

**ZUR BEHANDLUNG DER PSEUDARTHROSEN
IM WACHSTUMSALTER**

Ernst Andreas Konrad

1975

AUS DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr.med. A.N. Witt

ZUR BEHANDLUNG DER
PSEUDARTHROSEN IM
WACHSTUMSALTER

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

ERNST ANDREAS KONRAD

aus

Augsburg

München 1973

Berichterstatter: Priv.-Doz.Dr.K.Walcher

Mitberichterstatter: Prof.Dr. A.N. Witt

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 19.6.1975



Ich danke meinem Doktorvater,
Herrn Priv.-Doz.Dr.med. K.Walcher
herzlich für seine Bemühungen
und seine Hilfe während meiner
Dissertationsarbeit .

MEINEN ELTERN

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

I n h a l t s a n g a b e :

Seite:

I.	Einleitung und Problemstellung	6
II.1.	Definition und Einteilung	7
II.2.	Ätiologie.....	10
III.1.	Operative Behandlungsmöglichkeiten der Pseudarthrosen im Wachstums- alter.....	15
IV.	Eigene Untersuchungen an der Orthopädischen Klinik der Universität München	90
V.	Kasuistik	138
VI.	Diskussion	159
VII.	Folgerungen für die Therapie	171
VIII.	Zusammenfassung	173
IX.	Literaturverzeichnis	174

I. Einleitung und Problem- stellung.

Die langwierigste und unangenehmste Komplikation der Knochenbruchheilung ist auch im Wachstumsalter neben den Gelenkstufen mit Wachstumsschäden die Falschgelenk- oder Pseudarthrosenbildung.

Kindliche Pseudarthrosen treten seltener auf als beim Erwachsenen (433,211); sie machen nur 3,4 % der Gesamtpseudarthrosen aus (464).

So findet sich zum Beispiel die angeborene Unterschenkel-pseudarthrose im Schnitt nur bei einem von 100 000 Kindern (9).

Gerade durch die modernen Osteosyntheseverfahren sind die Pseudarthrosen jedoch im Ansteigen begriffen (90,138).

Es erscheint daher angebracht, über die Vielfalt kindlicher Pseudarthrosen, ihre operative Behandlung und ihren Behandlungserfolg anhand des Patientengutes der Orthopädischen Klinik der Universität München (Direktor: Prof. Dr. A.N. Witt) aus den Jahren 1928 bis 1973 zu berichten.

II,1. Definition und Einteilung:

Die Heilungsdauer einer Fraktur hängt von vielen Faktoren ab, so z.B. von der Ursache der Fraktur, der Größe und Form der Frakturoberfläche, dem Abstand dieser Oberflächen, der örtlichen Blutversorgung, der Art der Behandlung, der allgemeinen Konstitution, dem Alter des Patienten und von einer eventuell einsetzenden Infektion (548).

Auch besteht eine Abhängigkeit von der Bruchart, dem Ort des Bruches und der Art der Verletzung (58).

Ist nun der Regenerationsprozess in seinem natürlichen Ablauf gestört, so verlängert sich die Heilungsdauer ("verzögerte Kallusbildung") oder die Heilung bleibt ganz aus und es kommt zur Pseudarthrosenbildung.

Oft ist es schwer, die Grenze zwischen verzögerter Bruchheilung und Pseudarthrose exakt zu ziehen (574, 548, 184, 240).

Das Unterscheidungsmerkmal des erhöhten Serum-Albumin-Globulin-Quotienten bei der Pseudarthrose gegenüber einem erniedrigten bei der verzögerten Knochenbruchkonsolidation (255) wird angezweifelt (478).

Wird die Verzögerungsursache erkannt und beseitigt, tritt am wachsenden Skelet rasch eine knöcherne Konsolidierung ein.

Beseitigt man die Ursache jedoch nicht, so endet die verzögerte Kallusbildung unweigerlich in einer

Pseudarthrose, dem Endzustand einer fehlerhaften Frakturheilung (232, 210).

Als Symptome werden Schmerzen, die spontan oder bei Belastung auftreten, Unsicherheit und verminderte Kraft in der betreffenden Extremität angegeben. Die Muskelatrophie ist oft beachtlich. Die abnorme Beweglichkeit kann bis zu einem gewissen Grad von einem intakten Knochen oder von fibrösem Gewebe kaschiert werden, das die Pseudarthrosenstelle wie eine feste Kapsel umgibt.

Röntgenologisch ist am Vollbild einer Pseudarthrose ein durchgehender Frakturspalt mit deutlicher Spaltbildung im periostalen Kallus, eine Sklerosierung mit Abdeckungung der Bruchenden und eine eingeengte oder ganz abgeschlossene Markhöhle feststellbar (209, 49, 353, 364, 574, 583).

Bei den Defektpseudarthrosen ist der Abstand der beiden Fragmente größer; die Fragmentenden laufen spitz aus.

Allgemein unterscheiden wir eine hypertrophische von einer atrophischen Pseudarthrose (265). Bei der hypertrophischen, elefantenfußartigen, reaktiven oder gemeinen (38)

Pseudarthrose sind die Fragmentenden verbreitert. (siehe Abb. 1)

Im Frakturbereich findet sich reichlich wolkiger, strukturloser Kallus mit vermehrter Vaskularisation. Dieser Typ entsteht meistens nach konservativer Behandlung. Bei der hier auftretenden "sekundären Frakturheilung" werden Bindegewebszellen gebildet, die Kalk einlagern und so den sichtbaren Kallus darstellen (173).



Abb.1: Hypertrophische und atrophische Pseudarthrose
(aus 393)

Bei der atrophischen, schlaffen oder reaktionslosen (433) Pseudarthrose ("pseudarthrose flottante ou libre" 574) hingegen ist auch nach langer Ruhigstellung keine Kallusbildung zu beobachten (491). Die Cortikalis erscheint verdünnt, wobei der Kalksalzgehalt vermindert ist (394). Dieser Pseudarthrosentyp ist seit den häufigen Osteosynthesen im Ansteigen begriffen (393).

II.2. Ätiologie:

Ätiologisch unterscheidet man eine angeborene von einer erworbenen Pseudarthrose. Letztere läßt sich in eine post-traumatische und postosteomyelitische aufteilen. Außerdem finden sich Pseudarthrosen, die nach Spontanfrakturen, so z.B. bei der Osteogenesis imperfecta, entstehen.

Zur Erklärung der Pseudarthrosenentstehung wurde schon "jedes Moment der Konstitution und Disposition" herangezogen (352). Die Ursache soll "an Ort und Stelle des Bruches und in seiner nächsten Umgebung" zu suchen sein (48).

Die Ätiologie der angeborenen Pseudarthrose ist nach wie vor in Dunkel gehüllt. Ein Trauma, das dem Abdomen einer Schwangeren zugefügt wird, soll eine congenitale Pseudarthrose auslösen (290, 453, 212). Werde das Embryo mit zu geringem Fruchtwasser mechanischen Einflüssen von außen ausgesetzt, so könne ebenfalls eine Pseudarthrose entstehen (51). Auch wird die Schuld amniotischen Bändern und Verklebungen zugeschrieben (517, 196, 285, 259, 267). Eine zu kurze Nabelschnur trage durch Strangulation ebenfalls dazu bei (199, 237). Über durch intrauterine Frakturen verursachte Pseudarthrosen wurde häufig berichtet (229, 79, 510, 511, 81, 106, 22, 93). Eine intrapartum erworbene Fraktur ende ebenfalls oft in einer congenitalen Pseudarthrose (89, 86, 243). Eine Degeneration und Verkürzung der gestreiften Muskelzellen wird als Ursache angegeben (381). Auf das unterschiedliche Wachstum des Knochens und der

Muskulatur (169), auf Gefäßanomalien (234,67,241), auf Störungen des Nervensystems (31,384,17), auf eine Entzündung (179,433) und auf Staphylokokkeninfekte (460) wird die congenitale Pseudarthrose zurückgeführt. Es bestätigt sich allein der unmittelbare Zusammenhang zwischen der von RECKLINGHAUSEN'schen Neurofibromatose und der congenitalen Pseudarthrose (136,403,19,383,70,570, 197,2,345,584,174,547). Auf eine Vergesellschaftung mit der Osteogenesis imperfecta (47,350) und der v. RECKLINGHAUSEN's lokalisierten Ostitis fibrosa (123,168) wird ebenfalls hingewiesen. Ist das Periost verdickt, so schränkt es die örtliche Blutzufuhr ein und verursacht eine Druckatrophie des Knochens, die letzten Endes zur Fraktur und Pseudarthrose führt. Im Gegensatz zur Osteogenesis imperfecta, wo die Kollagenreifungsstörung auf einen Defekt im Glykosaminoglykanstoffwechsel zurückzuführen ist (321), konnten biochemische Untersuchungsmethoden nichts zur Aufklärung der angeborenen Pseudarthrosen beitragen: der Blutspiegel von Calcium, Phosphor und der alkalischen Phosphatase, die für die Verkalkung unentbehrlich ist (188), zeigt keine Abweichung (65,288). Lediglich die Beta-Glucuronidase ist bei Kindern an der Pseudarthrosenstelle gegenüber gesundem Knochengewebe um ein Vielfaches erhöht, aber gegenüber einem Erwachsenen mit einer Pseudarthrose deutlich vermindert (261). Wie bei den Erwachsenen mit einer Pseudarthrose, so ist auch bei den Kindern die

Hyaluronidase um das 30-fache erhöht, was eine Einlagerung von Apatit in die Kollagenfaser erschwert oder gar unmöglich macht. Erst in jüngster Vergangenheit gelang es, etwas Licht in die Dunkelheit um die Ätiologie der congenitalen Pseudarthrose zu bringen: Durch Insulininjektionen wurden an Hühnerembryonen Pseudarthrosen erzeugt, die schließlich auch noch auf die zweite und dritte Generation übergingen und so vererbbar wurden. (141). Falsche Diät der Mutter, Strahlenverletzungen, Infektionskrankheiten, hormonale Störungen und Plazentarverletzungen während der ersten Fetalmonate stören so die normale Knochenentwicklung (141). Zweifellos wird bei der congenitalen Pseudarthrose die enzymatische Differenzierung der Zellen gestoppt, denn " la cellule indifférenciée sécrète une grande quantité de collagène impropre à l'amarrage des cristaux d'hydroxyapathite de calcium " (389).

Bei der posttraumatischen Pseudarthrose wird auf die häufige Lokalisation an den paarigen Extremitätenabschnitten hingewiesen. (58, 232, 433). Der nicht gebrochene oder bereits wieder konsolidierte Knochen verhindert die Konsolidierung des anderen durch seine Sperrwirkung und sein elastisches Federn. (185, 449, 329). Die Distraction, im Erwachsenenalter

eine der häufigsten Ursachen für die Pseudarthrosen-entstehung, spielt bei den Pseudarthrosen im Wachstumsalter nicht diese überragende Rolle (581). Früher noch wurde die Muskelinterposition als ein absolutes Konsolidationshindernis betrachtet (267). Heute steht dagegen fest, daß sogar interponierte Muskelmassen vom jugendlichen Kallus überbrückt werden können (454). Eine ungenügende Immobilisation, sei es durch eine zu kurze Ruhigstellung oder durch zu häufiges Wechseln des Verbandes ("Decadence in bandaging" 12, 57, 433, 449, 267), mehrfaches Nachreponieren (581), eine Infektion an der Frakturstelle, sowie baldige Massage und passive Bewegungen tragen zur Pseudarthrosenentstehung bei (478). Die Bewegung der Bruchstücke zueinander wirkt sich sehr ungünstig auf die Ausheilung aus (78, 330, 340, 351, 423). Allgemein werden heute mechanische Reize als wesentlich zur Entstehung eines Falschgelenkes anerkannt (491). Über lange Zeit einwirkende, kaum wahrnehmbare Reize spielen dabei die größte Rolle (574).

Pseudarthrosen, die nach operativer Fraktureinrichtung entstehen, bilden bei allen Untersuchungen ein großes Kontingent. So tragen Drahtumschlingungen- "ein untaugliches Mittel zur Stabilisierung der Bruchstelle" (439)-, wenn sie im Frakturspalt zu liegen kommen, oft zur Pseudarthrosenentstehung bei (581). Ist der Marknagel zu kurz oder zu

dünn, so führt dies mit großer Wahrscheinlichkeit ebenfalls zu einem Falschgelenk, da unter diesen Umständen die erforderliche Immobilisation nicht mehr gewährleistet ist. (138). Verschraubungen mit der Lane'schen Platte bewirken ebenfalls keine absolute Ruhigstellung. So wurden Pseudarthrosen ausschließlich nach vorausgegangener operativer Frakturversorgung beobachtet (71, 406, 50). Vor einer unzureichenden Osteosynthese, vor einer Entfernung des kallusbildenden Materials und vor einem technisch unzureichend angelegten Gipsverband wird immer wieder gewarnt. (59). Manche Osteosynthesearten verhindern das Zusammenrücken der Bruchstücke; so wirkt der Marknagel häufig sperrend bei einem unsachgemäßen Einschlagen am Schienbein (58). Auf eine Pseudarthrosenentstehung infolge Vorschädigung durch vorangegangene Operationen und Schädigung des Spanlagers und der Durchblutungsverhältnisse durch eine zu unvorsichtige Operationspraxis wird hingewiesen (91). Minderdurchblutung (99) sowie postoperativ entstandene Infektionen (59) werden als bedeutungsvolle Störfaktoren aufgeführt.

III.1. Operative Behandlungsmögl-
ichkeit kindlicher
Pseudarthrosen:

III.1.1. Historischer Überblick:

Erst zu Beginn dieses Jahrhunderts setzte sich die Ansicht durch, durch konservative Behandlungsmethoden, wie Anreicherung der Nahrung mit Kalk und Phosphor oder Injektion von Blut in die Pseudarthrosenstelle (40) die Pseudarthrose im Wachstumsalter nicht ausheilen zu können, und der operativen Behandlung den absoluten Vorzug geben zu müssen.

Bei den ersten operativen Eingriffen in der Zeit um Christi Geburt wurde das narbige Zwischengewebe zwischen den Frakturende mit Glüheisen und Nadeln zerstört (110). Später wurden Akupunkturnadeln in die Pseudarthrosenstelle eingestoßen (355), die Frakturende beklopft (538) und Osteoklasien (203) zur Herbeiführung einer aktiven Hyperämie durchgeführt. Man erkannte allmählich die Bedeutung der funktionellen Druckkräfte und wies auf die Osteotomie als Pseudarthrosenoperation hin (78,437). Am Unterschenkel wie am Unterarm kann durch die Osteotomie des Sperrknochens eine Pseudarthrose des anderen

Knochens ausgeheilt werden. Heute noch hat die Umlagerungsosteotomie bei Schenkelhalspseudarthrosen ihr Anwendungsgebiet (420). Man fand, daß sich die knochenbildenden Elemente gegenüber mechanischen Störungen, wie Druck-, Zug- und Scherkräften äußerst empfindlich verhalten und eine Konsolidierung nur in mechanisch stabilen Zonen erfolgen kann. (420). Deshalb wird der Pseudarthrosenspalt, der in seinem steilen Verlauf bei Belastung vor allem auf ungünstige Scherkräfte beansprucht wird, durch Entnahme eines Keils flach umgelagert.

So erreicht man eine Druckbelastung, welche nach dem ROUX'schen Gesetz kallusfördernd wirkt und zur Ausheilung beiträgt.

Bereits 1760 wird die Resektion der sklerosierten Knochenenden empfohlen (572). Viele Autoren entschließen sich zu einer schonenden Anfrischung des Pseudarthrosengewebes (86, 246, 26, 132, 40, 57). Erwähnt seien auch die BECK'sche Knochenbohrung (27, 132, 72), die Längsdurchsägung der Pseudarthrose nach BRANDES (77) und die Knochenaufsplitterung nach KIRSCHNER (277, 159, 553).

III.1.2. Spanoperationen:

Die Verpflanzung eines Knochenspans wurde 1858 erstmals empfohlen (411) und 1874 erstmals ausgeführt (404).

Das Knochengewebe kann entweder in Form eines festen

Knochenspanns mit allen Knochenschichten, eines biegsamen Knochenspanns aus Knochenlamellen mit Periost oder als Spongiosachips übertragen werden.

Bei der Spanplastik verwendet man die Techniken nach LEXER oder nach PHEMISTER.

LEXER, der "Vater der plastischen Knochenchirurgie" (574), setzte sich für die Knochenbolzung ein. Er resezierte das Pseudarthrosengewebe und deckte den Defekt durch Einlagerung eines Knochens mit Periost (Inlay-Technik). Bei dieser Operationstechnik war die Fibula das typische Transplantat. Langsam kam man jedoch von ihr ab, da ein Span besser einheilte. Das Verlegen der Markhöhle wirkte sich bei der Bolzung negativ aus.

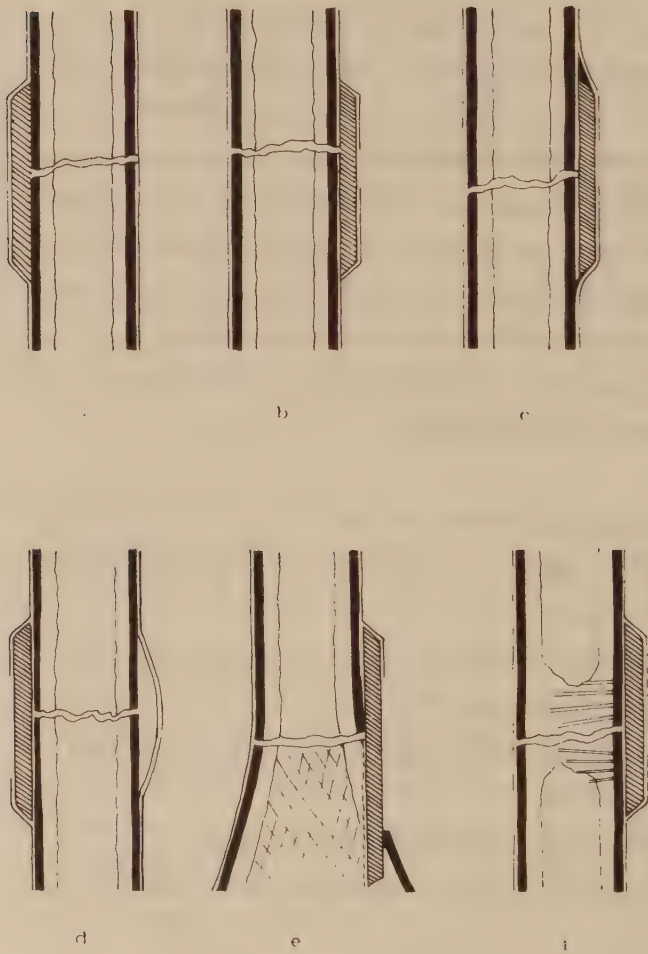
PHEMISTER empfiehlt den Anlagerungsspan. Nach seiner Methode wird über der Pseudarthrosenstelle ein dicker Weichteillappen zurückgeschlagen (431). Das Periost über der Pseudarthrosenstelle wird längsinzidiert und weggeschoben. Er verzichtet auf eine Resektion des Pseudarthrosengewebes (184) und legt 2 Knochenspäne möglichst form-schlüssig bei großen Berührungsflächen zwischen Knochen und Span über den Pseudarthrosenspalt. Obwohl PHEMISTER unterschiedslos die Mark- oder Cortikalisseite des Spans an den Knochen legte, kommt heute meistens bei der subperiostalen Anlagerung die Spongiosaseite des Spans an der Außenseite zu liegen (559), was jedoch für die Ausheilung irrelevant sein soll (43). Während PHEMISTER 2 Späne anlegte, begnügt man sich heute oft mit einem einzigen (559).

Nach Verschluß des Periosts erfolgt die feste Einklemmung des Spans über dem Pseudarthrosengebiet zwischen Knochen und Periost. Je nach den anatomischen Verhältnissen kann die Spananbringung individuell variiert werden. (siehe Abb. 2). Eine straffe Vernähung der Weichteile sorgt für engen Kontakt des Spanes mit dem Knochen (44, 182, 268, 494, 507). Der Span heilt zuerst an den Enden und Seitenkanten in Form periostaler Spangen ein. (559). Somit wird ein gewisser Stabilisierungseffekt erreicht. Diese "periostäre Callusbrücke" (394) erklärt auch die manchmal anzutreffende klinische Festigkeit im Pseudarthrosenbereich bei noch nicht durchgebauter Pseudarthrose im Röntgenbild.

zu Abb. 2:

- a: normale Technik
- b: Bei unzureichendem Periost kann nicht der ganze Span bedeckt werden.
- c: durch das Abheben kleiner Knochenlamellen entsteht ein zusätzlicher Halt
- d: Abtragen von überschüssigem Kallus ermöglicht eine gute Anlagerung
- e: Kombination von Inlay- und Onlay-Technik
- f: Kombination von Spananlagerung und BECK'scher Bohrung

Abb. 7: Verschiedene Möglichkeiten der Spanntoleranz
(577)



Das Antasten der Pseudarthrose, das Eröffnen der Markhöhle und das Freilegen der fragmentierenden fällt bei der Onlay-Technik weg. Das "Revolutionierende an der Methode PHEMISTERs" (43) ist die Umwandlung des "minderwertigen" Pseudarthrosengewebes durch die osteogene Potenz des Spanes in ein brauchbares Knochengewebe. Die knöcherne Überbrückung durch den Span erfolgt beim Jugendlichen schneller als beim Erwachsenen (184). Das Onlay-Verfahren ist für posttraumatische Pseudarthrosen sehr gut geeignet, da es technisch einfach durchzuführen ist und nur eine geringe Infektionsgefahr (43) besteht: es weist gegenüber den anderen Spanplastiken eine geringere Infektionsquote auf (195).

Besonders an gelenknahen Pseudarthrosen empfiehlt sich eine Spanplastik (195). Da die lange Ruhigstellung der Extremitäten im Gipsverband "weitgehend folgenlos" toleriert wird, ist die autoplastische Spanplastik durchaus mit den anderen Osteosyntheseverfahren konkurrenzfähig (559). Außerdem ist die Belastungsstabilität oder eine sofortige Übungsbehandlung beim Kind nicht erforderlich (214). Mißerfolge können allerdings durch eine bei zu frühzeitiger Belastung erfolgende Spanermüdungsfraktur oder bei zu schwachen Spänen auftreten. (148). Wegen der langen Immobilisation wird die Spannung von einigen Autoren abgelehnt (302,6): "Der alte Phemisteranlagespan mit zusätzlicher Gipsfixation hat

seine Bedeutung verloren und darf ruhig vergessen werden" (394). Dem steht die Aussage gegenüber, "daß auch wir in der autoplastischen, freien Knochentransplantation die Methode der Wahl als Operation für die Pseudarthrosen sehen" (315),

III.1.3. Die Spongiosatransplantation:

Die Spongiosaplastik ist "biologisch aussichtsreicher" (364), da der spongiöse Knochen eher Anschluß an die Blut-
zirkulation findet als ein Kortikalisspan. Die Spongiosaplastik fördert die Vaskularisation im Pseudarthrosengebiet und beschleunigt so die Konsolidation (185). Außerdem wird die Spongiosa zu einem größeren Teil eingebaut als der Kortikalisspan (364-6). MATTI reseziert die Pseudarthrosenenden unter Erhaltung eines Periost-Bindegewebsschlauches. Nach Eröffnen der beiden Markhöhlen füllt er den von ihm gesetzten Defekt mit Spongiosa aus dem Trochantergebiet aus. Anschließend wird der Periost-Bindegewebsschlauch über dem Implantat geschlossen. (siehe Abb. 3). Da die Spongiosa einer "aufgeblätternen Compacta" entspricht (30), bewirkt diese Auflockerung der Struktur einen rascheren Einbau durch raschere Gefäßeinsprossung. Von vielen Autoren wird die Überlegenheit der Spongiosaplastik gegenüber dem Kortikalisspan betont (140, 115, 167, 461). Untersuchungen ergaben, daß in



Abb.3: die Spongiosaplastik

der Spongiosa die Umbaurate dreimal so hoch ist wie in der Compacta (180), wodurch natürlich der Einbau sehr beschleunigt wird. Der Hauptvorteil ist das zahlenmäßig starke Erhaltenbleiben der Spongiosazellen nach der Implantation (491).

Da die autologe Spongiosa sehr infektionsunempfindlich ist, stellt sich die Indikation gerade bei infizierten Pseudarthrosen (15).

Die Einführung der stabilen Osteosynthesemethoden, wie die Marknagelung nach KÜNTSCHER und die AO-Druckplattenosteosynthese verhalf der Spongiosaplastik wieder zur häufigen Anwendung und allgemeinen Anerkennung, da mit der Kombination von stabiler Osteosynthese und Spongiosaplastik überraschend gute Ergebnisse erzielt werden.

Auch im amerikanischen Schrifttum häufen sich in letzter Zeit die positiven Veröffentlichungen über die "cancellous bone chips" (96).

In unserer Klinik wird vor allem der cortico-spongiöse Span benutzt, hier kombiniert sich die besonders osteogene Potenz der Spongiosa mit der Stützfunktion der Cortikalis.

III.1.4. Marknagelung nach KÜNTSCHER:

KÜNTSCHER verwirft alle anderen Behandlungsmethoden und versucht, "die oft unvollkommene äußere Schienung durch eine möglichst vollkommene innere Schienung zu ersetzen." (319). 1963 verfügte er bereits über "ein eigenes Material von 689 mit Marknagelung versorgten Pseudarthrosen", darunter 8 Kinder (303).

Bei der Marknagelung wird das pseudarthrotische Bindegewebe kaum angerührt. (233). Von der typischen Nagel einschlagstelle aus wird nach Eröffnen der Markhöhle mit einem Handbohrer der Markdeckel durchbohrt. Der "sanduhrförmige Markraum" wird zylindrisch verformt, um dem Nagel einen sicheren Halt geben zu können. Wichtig ist, daß der Nagel der aufgebohrten Cortikalis beidseits eine "ausreichende Strecke" lang eng anliegt (232). Die Marknagelung wird als die "Frakturbehandlung ohne Nachbehandlung" bezeichnet (217). Außer bei der Claviculapseudarthrose, die noch offen genagelt wird (305), werden alle anderen Pseudarthrosen geschlossen genagelt. (171).

Ist eine Osteotomie erforderlich, so kann sie durch das "intramedulläre Osteotom" durchgeführt werden (305). So wird eine Schädigung der umgebenden Weichteile und damit eine Veränderung des Ionenmilieus, nämlich eine vermehrte lokale Acidität, welche die Heilungstendenz vermindert, herabgesetzt oder sogar ganz vermieden (305). Die Stabilisierung durch den Marknagel, der "mechanisch besten Voraussetzung zur Bruchheilung", wird durch seine Tragfähigkeit und seine elastische Verklemmung erreicht (556). Die Durchblutung wird infolge der Markaufbohrung nicht gestört, da eine Einsprossung der Gefäße von der Epiphyse her rasch erfolgt (556). Voraussetzung für eine Ausheilung der Pseudarthrose durch die Marknagelung ist jedoch die absolute Immobilisation (640). Die Pseudarthrosen an der unteren Extremität zum Beispiel können nach 8 bis 10 Tagen belastet werden, da ja nach KÜNTSCHER der Knochenspan, die Eröffnung des Pseudarthrosenherdes und die Entfernung des Bindegewebes aus dem Spalt oder gar das Anfrischen der Knochenenden entfällt. Allerdings ist die geschlossene Marknagelung nur möglich, wenn eine Reposition gelingt, also bei den reposiblen Pseudarthrosen, die etwa 80% der gesamten Pseudarthrosen ausmachen (303). Bei den übrigen irreponiblen Pseudarthrosen wird durch eine Verschiebeosteotomie die korrekte Lage der Bruchstücke auch bei Kindern erreicht.

Während KÜNTSCHER bei der Marknagelung im Kindesalter keine Bedenken hat (303), warnen viele Autoren vor einer Nagelung vor dem 16. Lebensjahr (61) wegen den Schäden an den Epiphysenfugen (273, 442, 24). Dem Optimismus KÜNTSCHERS ("Die Marknagelung ist vielmehr das Mittel der Wahl zur Heilung der Pseudarthrose geworden" 305) wird entgegengehalten: "Man soll die Marknagelung nur dort anwenden, wo man mit Wahrscheinlichkeit mit einem anderen Behandlungsverfahren nicht zu einem gleich guten Ergebnis kommt" (319), und dies sei nur am Oberschenkel der Fall.

Nach den Ergebnissen einer anderen Untersuchung schaltet der Marknagel die mechanischen Störkräfte mehr aus als der Knochenspan. Deshalb sei der Marknagel einer Spannung überlegen. Zudem müsse bei der Spannung der Periostmantel quer durchtrennt werden, was eine Schädigung der Knochenbildungsstätten bedeute (170).

Andererseits wird auf die Brüche der Marknägel hingewiesen und weiter ausgeführt: "Es haften der Marknagelung aber noch mehr Gefahren an und zwar Gefahren, die nicht im Material liegen, sondern in der Anzeigenstellung für ihre Verwendung und ganz besonders in der Technik ihrer Einführung in den menschlichen Körper." (90). Von einem anderen Autor wird der Marknagel dagegen nicht als "Fremdkörper", sondern als "Hilfskörper" bezeichnet.

Bei Kindern empfiehlt es sich, zur Stabilisation außer dem KÜNTSCHER-Nagel auch noch einen Gipsverband anzulegen (240).

Der Marknagel erzielt nicht in allen Fällen eine Belastungsstabilität (240), da die Verlaufsrichtung des Frakturspaltes und der Sitz der Fraktur gewisse Voraussetzungen erfüllen müssen. Da mit der Marknagelung als alleinigem Verfahren häufig nicht die erstrebte Konsolidation erreicht wird, ist unbedingt eine zusätzliche Spanplastik erforderlich (565). Gerade bei der Behandlung der Defektpseudarthrose stellt die Kombination des KÜNTSCHER-Nagels mit der Spanplastik einen wesentlichen Fortschritt dar (183, 111, 504). Andere Autoren warnen wiederum vor dem gleichzeitigen Gebrauch von Marknagel und Spanplastik, da dies zu Komplikationen führen könne (42). Eine isolierende Membran zwischen Nagel und Span könne die Ernährung des Spans vermindern und seine Sequestrierung hervorrufen (220).

Die Vorteile der Marknagelung-früherer Eintritt der Belastungsfähigkeit, keine Unterbrechung der Gelenkbeweglichkeit, vermehrte Stabilität durch den dicken Marknagel und Senkung der Infektionsgefahr durch das geschlossene Vorgehen (240)- ließen einen überschwenglichen Optimismus aufkommen: man war überzeugt, "daß dem KÜNTSCHER-Nagel in der Behandlung der Pseudarthrosen aller Voraussicht nach die Zukunft gehören werde" (25). Bald erkannte man jedoch, daß auch die Marknagelung nicht alle die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen konnte (92, 57).

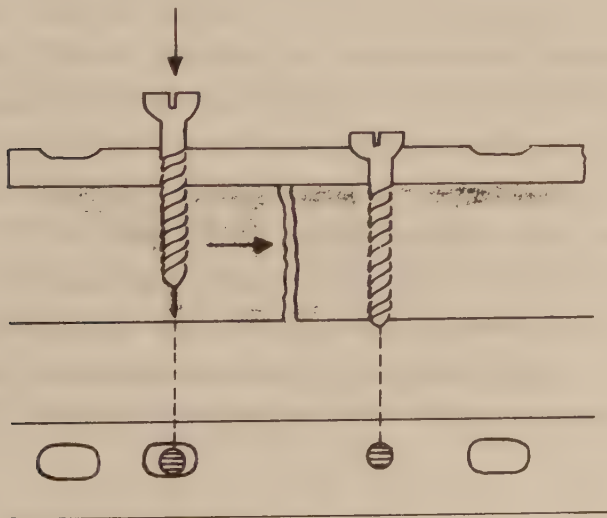
III.1.4. AO-Osteosynthese:

1949 wurde erstmals eine Druckplatte zur Schienung und Immobilisation des Frakturgebietes mit gleichzeitiger Kompression angewandt (126), da Untersuchungen ergaben, daß das Bindegewebe unter Druckwirkung Knochensubstanz aufbaut. (466,21). Nach Ansicht vieler Autoren ermöglichte diese Platte schon eine stabilere Adaptation und Ausschaltung störender Kräfte als die Marknagelung nach KÜNTSCHER (232).

1958 wurde dann die Kompressions- oder Zuggurtungsplatte entwickelt (392). Die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) befaßte sich eingehend mit dem Pseudarthrosenproblem. Beobachtungen zeigten, daß die knöcherne Konsolidation unter Druck schneller eintrat als ohne Kompression (369). Die Kallusbildung war unter Druck geringer und man begann, im Auftreten großer Kallusmengen ein ungünstiges Zeichen zu sehen, das auf mechanische Unruhe im Frakturgebiet schließen ließ (231). Die "Primärheilung im Frakturgebiet", nämlich eine Frakturheilung ohne röntgenologisch nachweisbare Kallusbildung wurde erst durch die Druckosteosynthese ermöglicht (172). Da Untersuchungen der Schweizer AO ergaben, daß sich das Bindegewebe im Pseudarthrosenspalt unter dauernder Druckwirkung in Knochen umwandelt, wurde von manchen Autoren auf ein operatives Angehen der Pseudarthrose selbst verzichtet (491). Allgemein zeigte sich eine schnellere und bessere Ausheilung der Pseudarthrose unter Druck (427).

Anfängliche Befürchtungen wegen der Korrosionsgefahr wurden durch Untersuchungen zerstreut, die nachwiesen, daß das spezifische Chrom-Nickel-Verhältnis des V 4-A Stahls, aus dem die AO-Platte besteht, eine Passivschicht mit einer Dicke von $1/200\ 000$ mm hat, welche eine gewisse Korrosionsfestigkeit bewirkt (495). Allerdings kann dieser Korrosionsschutz bereits beim Einsetzen der Platte und Anziehen der Schrauben verloren gehen, sodaß ein szintigraphisch erfassbarer Ionenaustausch zwischen Implantat und umgebendem Gewebe stattfindet (407). So kann vom Implantat sogar eine den Knochen schädigende Wirkung ausgehen (556).

Durch das excentrische Einsetzen der Schraube in die ovalen Plattenlöcher resultiert eine Plattenspannung, durch die ein großer Druck auf die Osteotomiefragmente ausgeübt wird. (siehe Abb. 4).



Herrn Priv.-Doz. Dr. med. M. H. HACKENBROCH jun.

danke ich für die Überlassung dieser Abbildung

Eine absolute Indikation zur Druckplattenverschraubung besteht bei den gelenknahen Pseudarthrosen (582).

Bei einer guten Stellung der Bruchstücke wird auf eine Freilegung der Pseudarthroseenden in unserer Klinik verzichtet (582). Auf den Vorteil der gipsfreien Nachbehandlung (569) und des Wegfallens der langen

Immobilisation wird hingewiesen (582). Die Gelenke können so wieder frühzeitig bewegt werden. Die Kriterien der stabilen Osteosynthese, nämlich "Druck, Stabilität, genaue Adaptation und Vaskularisation" (397) werden bei der

Benutzung der AO-Platte sicher erfüllt. Allerdings muß die Druckplatte genügend lang sein und beidseits der

Pseudarthrose mit einer ausreichenden Zahl von Schrauben fixiert sein, um eine exakte Kompression zu ermöglichen (232). Andererseits wird eindringlich vor dem "Gebrauch

größerer Osteosynthesen am kindlichen Skelet " gewarnt (578). Röhrenknochen zeigen im gesamten Plattenlager eine Minderung der Längselastizität (326), die eine

"Umstrukturierung des Knochens" und eine "Spongiosierung der Cortikalis" verursachen (556). Findet sich

szintigraphisch eine Aktivitätsbelebung durch ein

früheres Metallimplantat, so ist eine Plattenosteosyn-

these als Re-Intervention kontraindiziert. Die osteogene

Regenerationskraft kann so zum Erliegen kommen. (556).

Viele Autoren empfehlen die Kombination zwischen stabiler Plattenosteosynthese und autoplastischer Spannung (185,569,216). Vor allem Extremitäten, die schon durch mehrere Voroperationen geschädigt sind, stellen für das kombinierte Verfahren eine besondere Indikation dar. (582). Einmal ist an der Pseudarthrosenstelle eine verminderte osteogene Potenz, die durch den Span kompensiert wird, und andererseits ist es auch beim Kind und Jugendlichen von Vorteil, bald nach der Operation mit der Übungsbehandlung beginnen zu können. (582). Das Verfahren der stabilen Osteosynthese hat sich auch in unserer Klinik bei der Behandlung der Pseudarthrosen im Wachstumsalter bewährt.

III.1.5. Auto-, Homo- oder Heteroplastik ?

Für die Spantransplantation ist die "Qualität des Spanlagers" von entscheidender Bedeutung (559), da nur ein mechanisch ruhiges Lager auch ein "ersatzstarkes" ist und nur bei diesem die osteogene Potenz des Spanes von nicht so überragender Bedeutung ist wie beim "bedingt ersatzstarken" oder gar beim "ersatzschwachen". (331). Da aber zum Beispiel nur bei einem kleinen Teil der Tibiapseudarthrosen ein "ersatzstarkes" Lager vorliegt, was durch Frakturalter, der Beschaffenheit der

Fragmentenden und dem Grad des Markhöhlendeckels bedingt ist (559), und das "ersatzstarke" Lager die unabdingbare Voraussetzung für die Verwendung homo- oder heteroplastischer Späne ist (579), sind in den meisten Fällen Fremdspäne bei der operativen Pseudarthrosenbehandlung des Kindes oder des Jugendlichen nicht verwendungsfähig (579, 585, 584, 261, 433, 548, 207). Beim homoplastischen Span wird ein verzögerter Ein- und Umbau festgestellt (252, 207, 15, 108). Bei genauerer Untersuchung setzte die Knochenregeneration von den erhalten gebliebenen Osteoblasten bei der Autoplastik schon am 4. bis 5. Tag ein, bei den homoplastischen Spänen dagegen erst nach 4 bis 5 Wochen. (15).

Den im Tiefkühlverfahren behandelten Spänen wird jede Knochenbildungsfähigkeit abgesprochen (343).

Die Infektionsrate bei der Homoplastik zeigt sich bei näherer Untersuchung mit 4,2% als überaus hoch.

Obwohl heterologe Späne ihre osteogene Potenz nur im regenerationsstarken Lager entfalten (208), wird dem Kieler Span, der nach dem H_2O_2 -Verfahren hergestellt wird, selbst im ersatzstarken Lager jede osteogene Fähigkeit abgesprochen (497).

Eine Vielzahl experimenteller Untersuchungen erbrachten eindeutig den Beweis der "biologischen Überlegenheit" und die dominierende Rolle des autoplastischen Span-

materials bei der kindlichen Pseudarthrosen-
behandlung (559).Fremdspäne können das hochwertige
Autotransplantat mit seiner großen osteogenen
Potenz nicht ersetzen. Heute empfehlen die meisten
Autoren die Autoplastik,da der homologe Span weniger
zuverlässige Ergebnisse liefert und eine längere
Immobilisation erfordert (433,449,548).
Empfehlenswert ist immer eine Kombination mit Chips (548).
Ausgedehnte Untersuchungen zeigten,daß das Periost
autoplastischer Transplantate in einem sehr großen
Ausmaß ,das Periost homoplastischer wesentlich geringer
und das von heteroplastischen Transplantaten überhaupt
nicht überlebt und osteogenetisch tätig ist. (15).
Die häufigen Mißerfolge der Homo- oder Heteroplastik sind
auf Antigen-Antikörperreaktionen zurückzuführen (371).
Die völlige Avitalität des Kieler Spans und des homoplas-
tischen Tiefkühlspans wird bestätigt (585);sie scheiden
heute von vorne herein in der Pseudarthrosenbehandlung
aus (491),da es sich zeigte,daß " die Knochenregeneration
weder im spongiösen Lager noch in der Diaphyse einer
vorgezeichneten Leitschiene bedarf" (498).Die Regeneration
folgt nämlich den aus dem Knochen kommenden Gefäßen und
nicht einer künstlichen Leitschiene.Überhaupt hat die
mazerierte Knochengrundsubstanz keine osteogene Potenz
und heilt so ein wie ein toter Fremdkörper (498) und

außerdem dominiert die erste, osteoblastische Phase der Knochenneubildung über die zweite, induzierte Phase (14). Die Überlegenheit der Autoplastik zeigt sich auch beim Vergleich der Erfolgsquoten verschiedener Autoren: sie liegen zwischen 7,7 % bei der Einbolzung toter Tierknochen und bei 100% unter Kombination der Autoplastik mit Spongiosaplastik beim Erwachsenen. Ähnlich dürften die Ergebnisse auch im Wachstumsalter sein. (433).

Der autogene Span aus der Tibia liefert die besten Ergebnisse; der Rippenspan heilt weniger gut ein. Späne aus dem Darmbein sind zu weich, um eine gute Fixation zu gewährleisten, sind aber als Knochenchips von allergrößter Bedeutung (546). Auch der aus der Gegenseite subtrochantär gewonnene Femureigenspan wird empfohlen. (216). Heute entnimmt man den Span meistens der gleichseitigen Extremität, um die andere Extremität nicht belasten zu müssen (584, 583). In unserer Klinik wurden "gerade am wachsenden Skelet durch den Einbau von autoplastischen Spantransplantaten hervorragende Ergebnisse erzielt" (578).

Allerdings ist es beim Kleinkind oft unmöglich, einen Span mit geeignetem Ausmaß zu entnehmen. Man kann so gezwungen sein, homo- oder heteroplastischen Spänen den Vorzug zu geben (578). Andere Autoren entnehmen deshalb den Span meistens einem Elternteil, halten aber einen Span aus der

Knochenbank für geeigneter, da ein adäquater autologer Knochenspan im frühen Kindesalter nicht zu erhalten ist und die Aufnahme eines weiteren Familienmitgliedes in das Krankenhaus mit zusätzlichen Kosten verbunden ist. (69). Auch wird durch die Spanentnahme der Knochen des Spenders geschwächt und es besteht die Gefahr der Frakturierung.

Es besteht also einhellig die Meinung, nach Möglichkeit Eigenspäne, zumindest homoplastische Späne zu nehmen, (335), bei kleinen Kindern kommt notfalls ein Elternteil, meistens die Mutter in Frage (546, 67). Die Erfahrungen mit den Homotransplantaten eines Spanes von der Mutter des Patienten sind noch sehr gering, geben aber zur berechtigten Hoffnung Anlaß (334).

Die Anschauung: "Im Prinzip ist es gleichgültig, woher der Span kommt, wenn er nur lang, breit und dick genug ist", muß als längst überholt abgetan werden, denn "das autologe Transplantat bleibt auch in Zukunft das einzig wirklich zuverlässige Transplantationsmaterial, wenn es gilt, Knochenneubildung in Gang zu bringen (498).

III.1.6. Abhängigkeit der Operationsmethode von dem

Pseudarthrosentyp:

Ziel aller Operationsmethoden ist es, die regenerativen Vorgänge, die durch ungünstige Bedingungen zum Stillstand gekommen sind, wieder in Gang zu setzen. Eine Ausheilung wird einerseits durch eine mechanische Ruhe im Pseudarthrosengebiet und andererseits durch das Einbringen einer osteogenen Regenerationspotenz in Form von Spänen und Spongiosachips bewirkt.

Verallgemeinert steht also die operative Therapie auf 2 Pfeilern:

Einmal wird die osteogene Regeneration durch Anlagerung von auto- oder homologen Knochenspänen angeregt, wodurch die Späne außerdem noch einen Stabilisierungseffekt bewirken.

Zweitens wird durch das Einführen metallischer Transplantate in die Pseudarthrosenstelle eine optimale Immobilisation erreicht. Durch Druck auf die Frakturenden wird eine Ausheilung noch beschleunigt.

Die operative Behandlung ist nun eine unterschiedliche, je nachdem, ob es sich nach JUDET um eine hypertrophe oder atrophe Pseudarthrose handelt:

Bei der hypertrophischen Pseudarthrose stehen rein mechanische Ursachen im Vordergrund (395). Diese können durch die stabilen Osteosyntheseverfahren allein ausgeschaltet werden. Die Ausheilung erfolgt also nach einer stabilen Fixation mit einem Marknagel oder

einer Zuggurtungsplatte ohne Excision des interponierten Gewebes, ohne Spananlagerung und ohne postoperative Ruhigstellung (393,248,449,292).

Bei der atrophischen Pseudarthrose hingegen ist der vermindert reaktionsfähige Knochen trotz der Stabilisierung durch Marknagel oder AO-Platte nicht in der Lage, den Pseudarthrosenspalt knöchern zu durchbauen. (491).

Oft wurden durch verschiedene Voroperationen Periost, Endost und die Weichteile schon zu sehr lädiert (491).

Deshalb wird hier die stabile Fixation mit einer AO-Platte oder einem Marknagel mit einer Span- oder Spongiosaplastik verbunden (393,248,171,319,579).

Dies ist der "zuverlässigste Weg zur Wiederherstellung der Knochenkontinuität" (171) und auf diese Weise werden die drei für die Pseudarthrosenentstehung ursächlichen Faktoren, nämlich die schlechte osteogenetische Regenerationskraft, die mangelhafte Durchblutung und die ungenügende Frakturstabilisierung (491) gezielt behandelt (491).

III.2. Anwendung der Operations-
methoden an den ver-
schiedenen Regionen mit
ihren besonderen
Problemen:

III.2.1. Die Claviculapseudarthrose:

Die Mehrzahl der in der Literatur beschriebenen frühkindlichen Claviculapseudarthrosen sind congenital (12,236, 475,166,521,112,384,426,105,226,477,5,360,97,581,279,258, 563,358,416,187,286,28).

Bei der angeborenen Schlüsselbeinpseudarthrose, die meistens auf der rechten Seite auftritt (416,563,187), können 2 Typen unterschieden werden (279):

Typ I ist gekennzeichnet durch congenitales Fehlen eines kurzen Abschnittes aus dem mittleren Claviculadrittel. Eine Prominenz über der Claviculamitte ist palpabel; sie entspricht den aufgetriebenen Knochenenden. Auch läßt sich im Pseudarthrosenbereich eine geringe Beweglichkeit nachweisen.

Beim Typ II führt ein leichtes Trauma bei einer ursprünglich normal konfigurierten Clavicula über eine Fraktur zur Pseudarthrose. Dieser Typ entspricht der congenitalen Tibiapseudarthrose, da hier ebenfalls eine Minderwertigkeit des normalen Knochengewebes angenommen wird.

Allgemein ist bei der congenitalen Claviculapseudarthrose die mediale Claviculahälfte groß und zeigt vorwärts und aufwärts, die laterale hingegen liegt weiter unten, zeigt nach rückwärts und endet in einer knolligen Auftreibung an der Pseudarthrosenstelle (415).

Die Indikation zur operativen Therapie einer Claviculapseudarthrose im Wachstumsalter sind andauernde Beschwerden, eine Funktionseinschränkung und kosmetische Gründe (563).

Es wird die Behandlung der angeborenen Claviculapseudarthrose durch eine Spanverpflanzung beschrieben (279). Dabei wird dem Patienten ein flacher Tibiaspan entnommen und die verjüngten Spanenden in tiefe Schlitze der beiden Knochenenden geschoben, sodaß der Span elastisch eingeklemmt wird ("sliding-end-under-boneflap-onlay-method").

Diese Operationsindikation sei allerdings nur für den Typ II gegeben. Auf die Notwendigkeit eines autogenen Spans wird hingewiesen (416); die Spannung sei bis zum Alter von 10 Jahren empfehlenswert; das optimale Operationsalter sei zwischen 3 und 5 Jahren. Es genügt jede Form der einfachen Fixation mit corticospongiösen Onlay-Spänen bei der angeborenen Claviculapseudarthrose (187); ein Aufschub der Operation ins Vorschulalter von 4-5 Jahren wird empfohlen, da hier die Operation am einfachsten durchzuführen ist. Untersuchungen von 16 Knochenspanoperationen

bei der Behandlung der congenitalen Claviculapseudarthrose ergaben als besten Entnahmeort des Spans die Tibia; die Rippenspäne heilten langsamer ein.

Obwohl noch vereinzelt vor einer Metallfixation der Clavicula gewarnt wird, da diese für das Schlüsselbein besonders unverträglich sei (416), hat sie auch hier ihre Indikation.

Die KÜNTSCHER-Marknagelung nach Aufbohren der Markhöhle wird sowohl bei der angeborenen (358) wie bei der erworbenen Claviculapseudarthrose (303) teils ohne (303), teils mit zusätzlicher Spanverpflanzung angewendet. Bei einem Defekt der Clavicula (578), der im kindlichen Alter nicht selten ist, wird die autoplastische Spantransplantation in Kombination mit der Osteosynthese in Form eines Marknagels empfohlen. Als Transplantat kann die Fibula benutzt werden (578). Nach Anfrischen der Bruchenden wird der Nagel durch das laterale Fragment hindurchgeschlagen, anschließend wieder nach medial zurückgetrieben und schließlich ein flacher Knochenspan aus dem Darmbeinkamm an der Rückseite der Pseudarthrose befestigt. Die Befestigung erfolgt mit 2 Catgutschlingen (318). Bei einem großen Defekt kann auf der Gegenseite noch ein weiterer Span aus dem Darmbein zur Ausfüllung des Defekts eingefügt werden (318). Als Span kann also sowohl die Fibula oder ein Stück aus Tibia oder Darmbein dienen.

Gute Erfolge wurden mit dem KIRSCHNERdraht in Kombination mit einem autoplastischen Span erzielt. (582). Der Kirschnerdraht ist bei der Behandlung der Claviculapseudarthrose "absolut indiziert" (125). Gerade bei der angeborenen Pseudarthrose kann dieser Kombination der Vorzug gegeben werden, (563), da man sich so das Aufbohren der Markhöhle für das Einbringen des Marknagels ersparen könne (574). Vor einer alleinigen Anwendung von Drahtschlingen wird gewarnt (125). Diese könnten von der Compacta des wachsenden Knochens überwuchert werden und so eine Ostitis verursachen. Auch über die Behandlung einer angeborenen Schlüsselbeinpseudarthrose mit einer Spanplastik zusammen mit einem Rush-pin wird berichtet (416, 105). Die AO-Verplattung als eine Form der stabilen Osteosynthese hat sich auch am Schlüsselbein bewährt. (siehe Abb.5). Abb.5:



(aus 393).

Auf die Bedeutung der Kombination der AO-Kompressionsplatte mit einem Span (187) oder autologer Spongiosa (393) bei der Claviculapseudarthrose wird hingewiesen.

Unsere Klinik hat folgende Behandlungsrichtlinien:

Die angeborene Claviculapseudarthrose wird mit dem Kirschnerdraht zusammen mit einem Span versorgt (561). Die erworbene wird in Anlehnung an die Pseudarthrose beim Erwachsenen behandelt: bei der hypertrophen genügt ein überstarker Kirschnerdraht, der an den Enden umgebogen wird; eine stabile Osteosynthese in Form des Küntscher-Marknagels oder die AO-Platte ist die andere Möglichkeit. Bei der atrophischen Pseudarthrose ist außerdem noch ein autoplastischer corticospongiöser Span aus dem Beckenkamm indiziert.

III.2.2. Oberarmpseudarthrose:

Kurz nach der Jahrhundertwende wurden Humeruspseudarthrosen bei Kindern nach Resektion der Fragmentenden mit einer Drahtnaht oder einem gestielten Haut-Periost-Knochenlappen erfolgreich behandelt (267).

Heute werden die seltenen Oberarmschaftpseudarthrosen beim Kind mit Druckverschraubung durch eine AO-Platte konsolidiert (582). Am Humerus ist neben der AO-Platte eine Spananlagerung immer angebracht (393),

Der Marknagel ist am Oberarm allein zur Fixierung ungenügend. (317).

Da nicht alle gelenknahen Pseudarthrosen mit einer stabilen Osteosynthese versorgt werden können, ist also auch am Oberarm die autoplastische corticospongiöse Spanplastik absolut indiziert und auch heute noch teilweise anderen Methoden überlegen (590).

Bei der Condylenpseudarthrose ist die Indikation nach der Ansicht eines Autors nur bedingt zu stellen, da die Kondylenpseudarthrose bei Kindern einen "wichtigen Funktionswert" erlangen könne. Beuge- und Streckbewegungen würden im Extremfall nicht mehr oder nur noch zum geringen Teil im eigentlichen Gelenkspalt, sondern überwiegend im Pseudarthrosenspalt stattfinden. Es seien deshalb nur schlaffe Pseudarthrosen zu operieren, bei denen das eigentliche Gelenk noch gut funktioniert. (382).

Bei der Condylus-radialis-Pseudarthrose im Kindesalter besteht hingegen die Gefahr einer starken Abweichung des Armes im Sinne des Cubitus valgus und schwerster Parästhesien im Bereich des n. ulnaris. Hier wird die supracondyläre Osteotomie und Verlagerung des Nervus ulnaris auf die Beugeseite empfohlen. (582, 574, 591).

III.2.3. Unterarmpseudarthrose:

Eine Unterarmpseudarthrose im Wachstumsalter tritt verhältnismäßig selten auf (84,71,402). Sie ist oft eine Komplikation der offenen Einrichtung von Frakturen bei Kindern. (406).

Ausheilungen von Ulnapseudarthrosen mit einer Spanverpflanzung wurden berichtet (267,281,406). Es empfiehlt sich, den Span aus der antero-medialen Seite der Tibia zu entnehmen (527). Auf die Bedeutung zusätzlicher Anlagerung von Spongiosa wird hingewiesen (527). Die schlechten Heilungsaussichten an der Elle sind durch den besonderen Bau der Elle, nämlich einem relativen Überwiegen der Corticalis gegenüber der Spongiosa bedingt. (468). Bei der Ulnapseudarthrose im oberen Drittel wird die Kombination des Küntschernagels mit einem kleinen autoplastischen Span, in der Ulnaschaftmitte die gleiche Kombination oder die Druckosteosynthese (574) und im unteren Drittel die Druckosteosynthese angewandt. (316).

Die Indikation zur Operation der kindlichen Olecranonpseudarthrose ist gegeben, da später die Gefahr einer Arthrosenbildung besteht (382).

Über eine Kombination der Neurofibromatose v. RECKLINGHAUSEN und einer Ulnapseudarthrose wird berichtet (121). Eine Spanplastik wurde hier versucht.

Das Hinausziehen des Operationstermins bei einer angeborenen Unterarmpseudarthrose bis zur Pubertät (324) wird hier ebenso wie am Unterschenkel abgelehnt.

Die Radiuspseudarthrose kann durch Ulnaosteotomie mit nachfolgender Spanverpflanzung therapiert werden (316, 574). Auch Osteotomie mit Kirschnerdrahtung wird angegeben (591). Gute Ergebnisse brachte der Küntscher-Marknagel mit Darübersetzen eines kleinen "Bauklötzchenspanns" als Onlay-Span. (316). Auch das Verfahren der AO-Osteosynthese wird empfohlen (316, 438). Durch die AO-Platte wird eine stabile und funktionsgerechte Vereinigung der beiden Knochenenden erreicht (438). Eine zusätzliche Spongiosapломbe ist sehr förderlich.

Bei einer gleichzeitigen Pseudarthrose von Ulna und Radius wird die Marknagelung des einen Unterarmknochens und die Spannung des anderen, eventuell in Form einer kombinierten Osteosynthese von Marknagel und Knochenspan, angegeben.

(315). Die KÜNTSCHER-Nagelung sei auch hier das "ideale Verfahren" (338). Das Aufweiten der Markhöhle und Einführen eines vorschriftsmäßig dicken Nagels genüge vollkommen zur Heilung der Pseudarthrose: "Alles andere ist nicht nur überflüssig, sondern sogar schädlich" (345). Da die Festigkeit mit der 4. Potenz des Durchmessers steigt, so erreicht man z.B. beim Ersetzen eines 3 mm dicken Nagels nach Aufweiten durch einen 9 mm dicken eine 81 fache Festigkeit und dadurch könne jede Pseudarthrose ausgeheilt werden.

Heute jedoch ist die AO-Druckosteosynthese der Marknagelung überlegen.(319). An der Ulna ist eine gerade Platte, am Radius ein Halbrohr oder eine gerade Platte indiziert (393) (siehe Abb.6).



Der Erfahrung nach wird auch am Unterarm bei der hypertrophen Pseudarthrose eine AO-Verplattung, bei der atrophen Pseudarthrose unter Hinzufügung eines corticospongiösen Spans ein gutes Ergebnis erzielt.

Abb. 6

AO-Druckplattenverschraubung (aus 314).

III.2.4. Coxa vara congenita und die erworbene

Schenkelhalspseudarthrose:

Die Coxa vara congenita und die angeborene Schenkelhalspseudarthrose sind in der Literatur nur selten beschrieben. So fanden sich in einem großen Patientengut innerhalb 10 Jahren nur 3 Patienten. (581).

Die Coxa-vara-Stellung wird dabei für angeboren gehalten (293).

Die angeborene Schenkelhalspseudarthrose kann bei allen Frakturlokalisationen auftreten. (581).

Auch hier kann man eine "verzögerte Frakturheilung" abtrennen, die bis zum 5. Monat nach dem Trauma dauern kann (251). Eine Schenkelhalspseudarthrose entwickelt sich beim Kind meistens aus einer unzureichend versorgten Schenkelhalsfraktur (64,274,347), sei es durch eine bestehende Dislokation (443,267,251,7,253), durch einen distrahierenden SMITH-PETERSEN-Nagel (347), durch langdauernde Extension, Hüftstreckstellung und Varusdeformierung (57) oder durch eine Abduktions-Innenrotationsfixation (251).

Die kindliche Schenkelhalspseudarthrose, die "zweithäufigste Komplikation" der Schenkelhalsfraktur (455), ist also überwiegend durch mechanische Ursachen bedingt (325). Auch wird die Unmöglichkeit der regelrechten Therapie aufgrund verschiedener Nebenverletzungen beschrieben (501,347,443).

Die PAUWELS'sche subtrochantäre Umlagerungsosteotomie wird bei der kindlichen Schenkelhalspseudarthrose mit guten Ergebnissen durchgeführt (506,253,243,75). PAUWELS schreibt: "Je steiler der Bruchspalt verläuft, umso größer ist die Schubkomponente, mit welcher der auf den Schenkelkopf wirkende Druck das Kopffragment gegen das Hauptfragment nach unten zu verschieben trachtet, umso größer ist ceteris paribus die Gefahr der Pseudarthrosenbildung" und weiter: "Das Wesen der Umlagerung besteht darin, daß die Bruchflächen mehr horizontal eingestellt werden. Hierdurch wird die verschiebende Kraft S in eine rein anpressende Kraft D umgewandelt " (422).

Bei Pseudarthrosen mit einem steilen Verlauf des Frakturspaltes über 50° sowie einer Pseudarthrose mit Varusfehlstellung wird eine Aufrichtungsosteotomie befürwortet (581,7). Die Entnahme eines Knochenkeils wird abgelehnt, da eine breitflächige Anlagerung der Osteotomieflächen nicht notwendig ist (581).

Eine genügende Aufrichtung und Lateralisierung des coxalen Femurendes ist unbedingt erforderlich, um das Einwirken der Scherkräfte zu vermeiden (581).

Die Umlagerungsosteotomie kann auch im Zusammenhang mit einer Spanplastik (443) oder einer Nagelung (251) durchgeführt werden. Dabei ist wichtig, daß die Extremität nicht nur durch eine Abwinklung in der Frontalebene, sondern zugleich auch noch durch eine Ante- oder Recurvatio be-

troffen sein kann, sodaß diese kombinierte Dislokation auch in der 2. Ebene überprüft werden muß.

Zur Behandlung der angeborenen Schenkelhalspseudarthrose wird die Bifurkation des oberen Femurendes als seltene Methode angegeben (341). Es kann auch eine Spezialklammer verwandt werden, die eine Modifikation der BECKER-WITT-Klammer darstellt (581). Pseudarthrosen nach basocervikaler Fraktur werden durch alleinige Bolzung eines Tibiaeigenspanns (370, 429) oder mit einem Dreilamellennagel und Femureigenspan (581) erfolgreich behandelt. Bei älteren Kindern hat sich die AO-Platte oder eine modifizierte POHL'sche Laschenschraube bestens bewährt (581). Dabei wird zusätzlich ein BBF-Gipsverband für 8 bis 12 Wochen angelegt. Auch eine Kompressionsosteosynthese mit dünnen Schrauben wird beschrieben (266). Wegen der geringen Knochenfestigkeit wird bei der Coxa-vara-pseudarthrotica auch die Spickung mit KIRSCHNER-Drähten empfohlen (216). Die intertrochantäre Osteosynthese mit den gekreuzten Bohrdrähten sei sogar den AO-Winkelplatten überlegen. Die KIRSCHNER-Drähte verursachen keine andauernden Schäden der Wachstumsfuge und sind daher bei der Behandlung einer kindlichen Pseudarthrose durchaus geeignet (214, 60, 575, 454).

III.2.5. Schenkelschaftpseudarthrosen:

Nur wenige Autoren geben eine Behandlung einer congenitalen Verbiegung des Femurs an. Frühes Aufstehen und Gehen ist untersagt, eine Osteotomie und Verlängerung werden erst so spät wie möglich angestrebt, da vereinzelt auch spontane Rückbildungen auftreten (350).

Die angeborenen oder erworbenen kindlichen Schenkelschaftpseudarthrosen sind selten. Bis 1914 wurden in der Literatur erst 2 angeborene und 12 erworbene beschrieben, von denen 5 ausheilten (267). Bei der Osteogenesis imperfecta kommt es öfters zu einer Oberschenkelschaftpseudarthrose (216). Sonst wird die Pseudarthrose meistens durch eine ungenügende Fixation verursacht (375).

Nach der Meinung eines Autors, der 16 Patienten, denen die Oberschenkel- oder metaphyse bei Erhaltensein der distalen Epiphyse fehlte, tritt hier die operative Therapie ganz in den Hintergrund. (46). Bei 36 Patienten im Wachstumsalter mit Knorpelverkalkungsstörungen des coxalen Femurendes und der Femurdiaphyse führte er eine frühzeitige Formkorrektur des Oberschenkels durch eine operative Begradigung des Oberschenkels und Resektion des Femurknicks durch (46).

Liegt eine Systemerkrankung, wie bei der Osteogenesis imperfecta, vor, so ist der KÜNTSCHER-Nagel mit einer autoplastischen Spananlagerung zusammen die Methode der Wahl (216). Weist der Oberschenkel eine starke Verkrümmung auf, so kann dem normal langen Femur ein

Stück der Diaphyse entnommen und in den verkürzten Femur eingesetzt werden (409). Anschließend können beide Oberschenkel mit einer LANE'schen Platte und einem zusätzlichen Gipsverband fixiert werden.

Die alleinige Spanplastik ist nur bei guter Stellung der Bruchstücke zueinander möglich (375).

Meistens wird die Kombination von Knochenspan und stabiler Osteosynthese empfohlen (375). Zur Osteosynthese können am Oberschenkel die KÜNTSCHER-Marknägels Verwendung finden, die von den Femurkondylen (375) oder vom Trochantergebiet aus eingetrieben werden (siehe Abb. 7).



Je nach dem Pseudarthrosensitz ist aber die Behandlung eine unterschiedliche (319). Am zweiten und dritten Fünftel wird die intramedulläre Stabilisierung mit dem KÜNTSCHER-Nagel durchgeführt. Ist der Knochen osteoporotisch, so wird zusätzlich ein autoplastischer Span

hinzugefügt. Eine Oberschenkel-pseudarthrose am oberen und unteren Femurende ist das bevorzugte Anwendungsgebiet der AO-Verschraubung. Die Platte darf nicht auf der Druckseite liegen, vielmehr muß sie auf der Zugspannungsseite, also auf der Außenseite, angebracht werden (394). Untersuchungen ergaben, daß die genagelte Extremität an Längenwachstum nicht hinter der anderen Extremität zurückblieb (128): Das durchschnittliche Mehrwachstum nach der konservativen Behandlung einer Fraktur betrug 0,92 cm, nach der Marknagelung dagegen 1,1 cm.

Das operative Vorgehen richtet sich also auch hier nach dem Sitz und der Art der Pseudarthrose: bei der hypertrophischen Pseudarthrose genügt die alleinige stabile Osteosynthese entweder mit der AO-Verplattung oder der KÜNTSCHER-Marknagelung. Ist der Knochen atrophisch und liegt eine Systemerkrankung vor, so wird zusätzlich noch ein autoplastischer corticospongiöser Span angelagert.

III,2,6. Unterschenkel pseudarthrose:

III,2,6.1. Allgemein:

Die kindliche Unterschenkel pseudarthrose, der "Prototyp" der Pseudarthrosen im Wachstumsalter (267), wird in der Literatur von allen Pseudarthrosen am häufigsten beschrieben. (12,202,457,121,216,509,250,570,583,116).

Der Ausdruck "congenitale Pseudarthrose" ist eigentlich ungenau (515,336), da die zugrundeliegende Mißbildung zwar schon bei der Geburt erkennbar ist, die Fraktur und die sich daraus ergebende Pseudarthrose jedoch nicht notwendigerweise bei der Geburt vorhanden sein muß. Das Crus curvatum, valgum, antecurvatum oder recurvatum, oder aber eine "Kombinationsdeformität" (583) wandelt sich erst im Laufe der Zeit in eine sichtbare Fraktur um. Dies ist in der Regel in den ersten beiden Lebensjahren (336) der Fall, kann aber auch erst später infolge einer trivialen Verletzung eintreten.

So waren zum Beispiel bei einem Patientengut von 109 Kindern 57 bei der Geburt mit einer Verbiegung behaftet; bei den übrigen Kindern stellte sich die Pseudarthrose erst später ein. Insgesamt endete aber jede Verbiegung in einer

Pseudarthrose (515). Deshalb unterscheiden manche Autoren zwischen einer "pseudarthrose congénitale vraie" und einer "pseudarthrose congénitale à retardement".

Wie oben erwähnt, ist die Anzahl der Publikationen über die congenitale Unterschenkel-pseudarthrose einmal wegen ihrem relativ häufigen Auftreten und außerdem wegen ihrer ungünstigen Prognose sehr groß: bis 1973 waren es weit über 110 Veröffentlichungen. Bis 1950 wurden in der Weltliteratur bereits 292 Fälle mit angeborener Unterschenkel-pseudarthrose beschrieben.

Vergleicht man die Frakturen- und Pseudarthrosenhäufigkeit an den einzelnen Extremitäten, so finden sich am Unterschenkel die wenigsten (12) oder die zweitwenigsten (505) Frakturen bei Kindern, jedoch bei weitem die meisten Pseudarthrosen.

Zwischen der congenitalen und erworbenen Unterschenkel-pseudarthrose ist anatomisch gesehen kein grundsätzlicher Unterschied (95). Trotzdem ist die Heilungstendenz der angeborenen schlechter als bei der erworbenen; sie ist die Pseudarthrose mit der größten Recidivneigung (150). Deshalb wurde früher eine Behandlung der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose als fast aussichtslos bezeichnet (482, 545). Hinsichtlich der Therapie und der Prognose ist die Abgrenzung der congenitalen Unterschenkel-

pseudarthrose von den übrigen Falschgelenken sehr wichtig:

Die angeborene Pseudarthrose ist durch eine mit Belastungsbeginn (oder schon bei Geburt) auftretende Verbiegung-Crus curvatum congenitum-, einem meist einseitigen Sitz am Unterschenkel, eine Fraktur aus Gelegenheitsanlaß, schlechte Heilungstendenz und oft einer Neigung zu Recidiven mit röntgenologisch nachweisbaren Störungen im Knochenaufbau charakterisiert (581,95). Röntgenologisch sind eine anormale Verteilung von Corticalis und Spongiosa, cystische Herde an den Frakturenenden und eine konische Zuspitzung derselben feststellbar (581). Auf eine echte Minderentwicklung und Verdickung der Corticalis mit Einengung des Markraumes, auf die Verbiegung beider Unterschenkelknochen und die auffällige Unterbrechung der normalen Knochenstruktur wird hingewiesen (65,335).

Auffallend ist weiterhin die Lokalisation der angeborenen Unterschenkelpseudarthrose an der Grenze vom mittleren zum distalen Drittel des Unterschenkels. Je distaler der Defekt ist, desto schwieriger erweist sich seine Behandlung (557).

Man kann 3 Typen bei der angeborenen Unterschenkelpseudarthrose unterscheiden (69):

Beim Typ I ist der Tibiadeфекt bereits bei Geburt vorhanden, beim Typ II entstand die bereits bei Geburt

vorhandene Fraktur aus einer congenitalen Cyste und beim Typ III ist die Tibia von Geburt an verbogen, schmal, sklerotisch mit verkleinertem Markkanal und bricht beim geringsten Trauma.

Früher sprach man von einem Linksproblem, da " in beinahe allen bisherigen Arbeiten über die congenitale Unterschenkelpseudarthrose die Ansicht vertreten wird, daß die linke Körperseite erheblich mehr befallen sei " (41).

Nach Vergleich der gesamten Literatur findet sich jedoch geradezu ein geringes Überwiegen der rechten Seite (6).

Einige Autoren sind der Überzeugung, daß die "echte" angeborene Unterschenkelpseudarthrose immer nur einseitig auftritt (287, 434). Das einseitige Auftreten sei sogar ein Unterscheidungsmerkmal gegenüber der erworbenen Unterschenkelpseudarthrose, die beidseits auftreten kann (287, 342). Bei Durchsicht der Literatur finden sich jedoch auch Angaben über doppelseitiges Auftreten (178, 103, 234, 137, 95, 189, 181, 41, 335, 178, 546, 284, 515), sodaß die Ein- oder Beidseitigkeit differentialdiagnostisch nicht verwertet werden kann.

Ebenso wird von einigen Autoren beim Vorliegen einer Recurvatio an der Echtheit der congenitalen Unterschenkelpseudarthrose gezweifelt (177). Es zeigte sich aber, daß die Ante- und Recurvatio ein rein mechanisches Problem ist (41). Die in den meisten Fällen vorliegende

Antecurvation ist durch einen stärkeren Zug der Wadenmuskulatur bedingt. Deshalb wird von einem "Crus curvatum congenitum" gesprochen (335).

Das Crus antecurvatum hat eine schlechtere Prognose als das Crus recurvatum (335), da die Gefahr einer pathologischen Fraktur und des Übergangs in eine Pseudarthrose viel größer ist. Das Crus varum congenitum wird auch als "Latente Pseudarthrose" (436) und als "Kräutlein-rühr-mich-nicht-an" bezeichnet (150). Ist die Hypoplasie des Knochens stark, so frakturiert der Knochen schnell, und es entsteht bald eine Pseudarthrose. Bei einer weniger stark ausgeprägten Hypoplasie findet man zunächst das Crus varum congenitum und erst exogene Faktoren können diese "schlummernde Pseudarthrose" (316) in eine echte überführen (41). In einem Großteil der Fälle wurde eine Ausgradung des Crus varum congenitum durch Osteotomie oder Osteoclasie versucht, was dann oft zu einer Pseudarthrose führte (581).

III.2.6.2.: Ätiologie der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose:

Ätiologisch wird die congenitale Unterschenkel-pseudarthrose auf eine unzureichende Knochenbildung mit vermehrtem Knochenabbau zurückgeführt; dieser Prozess reicht weit über das pseudarthrotische Gebiet hinaus (204). Eine primäre Störung der Blutversorgung (120), eine

Schädigung innerhalb des Uterus (70), eine Störung im Nervenverlauf (17) und der Einfluß der Erbanlagen (567) wird erwogen. Durch Experimente ließen sich hormonelle Einflüsse nachweisen (141). Auch wurde die Vererbbarkeit der congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose (333) festgestellt.

Von einem Zusammenhang oder gar einer Kopplung der congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose mit der Neurofibromatose v. RECKLINGHAUSEN sprechen viele Autoren (157, 389, 304, 41, 150, 337, 587, 154, 19, 518, 545, 69, 137, 124, 197, 284, 480, 368, 257, 415, 440, 3, 350, 143, 515). Eine Pseudarthrose, die auf eine v. RECKLINGHAUSEN'sche Neurofibromatose zurückzuführen ist, ist schwieriger zu behandeln und erweist sich als prognostisch ungünstiger als eine Pseudarthrose, die auf eine fibröse Dysplasie zurückzuführen ist (157, 337, 587). Die Beeinflussung der Heilungsaussichten durch diese Kombination wird allerdings von wenigen Autoren bestritten (41). Andererseits wird in den congenitalen Verbiegungen und Pseudarthrosen nur noch ein weiteres Symptom der Neurofibromatose v. RECKLINGHAUSEN gesehen. (137, 518). Da der pseudarthrotische Knochen ein zellreiches, faserarmes Gewebe mit verdickten Fibrillen zeigt, wird von "vaskulärer Neurofibromatose" (116) und von einer "forme fruste pigmentaire et osseuse" (537, 137) gesprochen. Bis 1950 fand man 51 Patienten mit dieser Kombination (95). Da sich neurale Elemente in der

Pseudarthrosenstelle fanden (257,197), prägte man den Begriff: "neurofibromatosis of bone " (3). Durch die Neurofibromatose ist das die Pseudarthrose umgebende Periost schwerstens beschädigt und soll nach Möglichkeit bei der Pseudarthrosenoperation entfernt werden (336).

III.2.6.3.Präventivmaßnahmen beim Crus curvatum congenitum:

Was die Präventivmaßnahmen angeht, um bei einem Crus curvatum congenitum eine Pseudarthrose zu verhüten, so heißt es : "Jeder Versuch, die Verbiegung auszugleichen, sei es durch schrittweises Redressement, Osteoclasie oder Osteotomie, ja selbst durch eine Probeexcision leitet den unaufhaltsamen Zerstörungsprozess ein, der umso größere Ausmaße annimmt, je früher der Bruch erfolgte" (95). Während auf der einen Seite vor der Osteotomie bei der Recurvatio der Tibia gewarnt wird und man stattdessen Massagen und Schienenhülsenapparate ab dem 5. Monate empfiehlt (241), kann nach der Ansicht anderer Autoren eine Osteotomie gefahrlos ausgeführt werden, vorausgesetzt die Tibia ist nicht nach vorne verbogen (336). Eine Osteotomie ist nicht unbedingt nötig, da sich die Mißbildungen manchmal spontan wieder zurückbilden. Die Behandlung einer congenitalen Verbiegung muß unmittelbar nach der Geburt beginnen (95). Ein Beckenbeingipsverband zur Ruhigstellung der

Extremität leistet beim Säugling gute Dienste.(95).
Beim Verbandswechsel sind immer Röntgenkontrollen
indiziert. Zeigt das Röntgenbild einen normalen
Knochenaufbau in der gesamten Biegungszone,so wird
der Schienenhülsenapparat angelegt (95).Dieser
Wechsel soll aber nicht vor dem dritten bis
fünften Jahr erfolgen.Osteotomien erreichen auf
alle Fälle eine Korrektur der Verbiegung,wenn sie erst
im Alter von 6 Jahren oder später ausgeführt werden.
Auch wird empfohlen,die congenitale Verbiegung durch
einen Distraktor nach ILIZAROV durch eine langsame
Distraction zu heilen (250). Als Prophylaxe wird
auch die by-pass-Operation angegeben (337).Ist auch
nach einer Wiederholung der Operation bis zum Alter
von 3 bis 5 Jahren immer noch keine Heilung erzielt,
so wird konservativ bis zum Alter von 8 Jahren
weiterbehandelt,wo dann eine Excision der Pseudarthrose
und des Periosts unter Anlage eines cortico-
spongiösen Spans erfolgt.(337).Auch andere Autoren
berichten über Ausheilungen von Patienten mit
antecurvierter Tibia mit der by-pass-Operation.(336).
Der Span wurde dabei der anderen Tibia des Patienten
entnommen. Andere Autoren verwenden Gipsverbände und
schiene Apparate und verstärken die schwache Tibia
durch Anlegespäne (546) oder empfehlen als Prävention
eine curettage mit Spanverpflanzung (70).

In unserer Klinik wird als Prophylaxe eine stabile Osteosynthese in Form einer AO-Platte mit Erfolg durchgeführt. Sind die osteogenen Fähigkeiten der Tibia zum Erliegen gekommen, so wird noch ein autoplastischer Anlagespan vom Oberschenkel der gleichen Extremität verwandt.

Im Gegensatz zur angeborenen Verbiegung ist nach dem eingetretenen Bruch-von Ausnahmen abgesehen (66)- mit konservativen Methoden kein Erfolg mehr zu erzielen: " Jetzt steht nur noch zur Debatte, wann und wie operiert werden soll " (95).

III.2.6.4. Zeitpunkt der Operation bei der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose:

Lange Zeit wurde bei der Behandlung der congenitalen Pseudarthrose ähnlich verfahren wie bei der erworbenen, ohne dabei das Alter des Kindes zu berücksichtigen. Die Empfehlungen reichen von einer Frühoperation bis zur Operation nach der Pubertät.

Einige Autoren erachten eine Frühoperation in den ersten Lebensjahren als günstig (230,400,432,186). Andere operieren frühestens ab dem dritten (287,192,69) oder ab dem vierten bis fünften Jahr (207,546). Der frühe Gebrauch der Extremitäten verringert die Wachstumsverzögerung und deshalb ist die Verkürzung auch geringer.

Wieder andere Autoren operieren nicht vor dem 6. Lebensjahr (103,499,335,41). Da die Ansicht: "The older the child, the better the prognosis, the greater the probability of union " (69) sehr verbreitet war, zogen es viele Autoren vor, erst nach der Pubertät zu operieren (434,272,235,368,66). Vergleicht man jedoch die Ergebnisse in der Literatur, so findet man kein Überwiegen der Heilungsziffern bei den Operationen nach der Pubertät. (95,515). Die Chance, eine Heilung zu erzielen, nimmt also mit höherem Lebensalter nicht zu. Kein bestimmtes Alter zeigt eine optimale Heilungstendenz (515). Verzögert man jedoch die Operation bis in die Pubertät, so kann die Verkürzung, die im Laufe der Jahre immer mehr zunimmt, nicht mehr ausgeglichen werden. Außerdem ist eine gute und konsequente Apparatversorgung, die ja unbedingt erforderlich ist, gerade im Wachstumsalter sehr schwierig. Man versuchte, zwischen den extremen Ansichten zu vermitteln und es wurde ein technisch einwandfreier Eingriff in der Kindheit ab dem 6. Lebensjahr vorgeschlagen. Bleibt dieser Eingriff ohne Erfolg, so empfahl man eine Zurückstellung der weiteren Operationen bis zur Pubertät (234,95). Diesen Vorschlag halten wir jedoch nicht für optimal, da einmal die Erstoperation schon sehr spät versucht wird und andererseits durch das Abwarten bis zur Pubertät wertvolle Zeit verloren geht.

Allgemein zeigt sich heute die Tendenz,möglichst früh,
d.h. bereits in den ersten Lebensjahren zu operieren.
(335,580,67,161,207,418,581,116,583).

Der frühe Operationstermin ist empfehlenswert,da bis zu
diesem Zeitpunkt noch keine Kontrakturen eingetreten
sind (335).Die Fehlstellung und Beinverkürzung kann dann
noch ausgeglichen werden und der frühe Gebrauch der
Extremitäten hält den Wachstumsstillstand in Grenzen.
So wird verhindert,daß sich " sekundäre Deformitäten auf
die statisch-mechanischen Bedingungen,die in angeborener
Weise vorliegen,aufpfropfen " (583).

Das Vorschulalter soll unserer Meinung nach nicht
überschritten werden. (584).

Autoren,die noch vor einiger Zeit für eine Spätoperation
waren,sprechen sich nun ebenfalls für eine möglichst
frühzeitige Operation aus ,da die Verkürzung der im
dritten bis sechsten Lebensjahr operierten Kinder
höchstens ein bis zwei Zentimeter ausmache,bei den im
Schulalter oder noch später operierten Kindern jedoch
vier Zentimeter und mehr beträgt (335).

Obwohl die Fehlergebnisse bei den Pseudarthrosen-
operationen bei einer Vielzahl von Patienten eher an
eine Zurückhaltung denken lassen,soll doch immer wieder
möglichst frühzeitig ein erneuter operativer Versuch
unternommen werden,da es sehr schwierig ist,die jungen

Patienten über längere Zeit hinweg befriedigend mit Gipsverbänden und Schienen zu versorgen (284).

Falls die Operation fehlschlägt, empfiehlt es sich, bald darauf einen erneuten Versuch zu wagen.

Allerdings muß solange abgewartet werden, bis über das Ergebnis der vorhergehenden Operation eindeutige Aussagen gemacht werden können (284).

III.2.6.5. Allgemeines zur operativen Therapie:

Da nun die Frage des "wann" geklärt ist, wenden wir uns der Frage des "wie" zu.

Bei der congenitalen Unterschenkel pseudarthrose besteht immer die Indikation zur operativen Therapie. (581). Durch eine äußere oder innere Fixation muß die Fehlstatik ebenso wie die für eine Heilung nachteiligen Zug- und Scherkräfte ausgeschaltet werden. In Frage kommen die verschiedenen Arten der autogenen Spanplastik und die stabile Osteosynthese durch den KÜNTSCHER-Marknagel oder eine AO-Verplattung, oder, was oft am vorteilhaftesten ist, eine Kombination von Autoplastik und stabiler Osteosynthese.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurde die Prognose bei der Behandlung der kindlichen und congenitalen Unterschenkel pseudarthrose immer besser: In der Literatur steigen die Heilungsquoten von 0 % (234, 133) zum Teil auf 100% (384, 415, 531, 480, 534, 342) .

Als historische Methoden zur Behandlung der angeborenen und erworbenen Unterschenkel-pseudarthrose im Wachstumsalter seien die Aufsplitterung nach KIRSCHNER (277,545,23,315), die totale Resektion des pseudarthrotischen Gewebes (284,349,319), die gestielte Hautperiostknochenlappenverpflanzung (452,120,177,541,357), der Gleitspan (siehe Abb. 8) (270,356,545,3,342,40)



Abb. 8:

Gleitspan

sowie die Umkehrplastik (siehe Abb. 9) (80,234,388,493, 198,342,464,123,509) genannt.

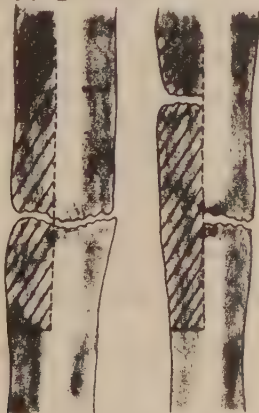


Abb. 9:

Umkehrplastik

III.2.6.6. Fibulaosteotomie:

Die noch heute in Kombination mit vielen der nachfolgenden Operationen durchgeführte Fibulaosteotomie wird von vielen Autoren empfohlen (316,184,462,522,261,548,519,57,478,111,577).

Experimentelle Untersuchungen ergaben, daß die Sperrwirkung der intakten Fibula in Bezug auf einen 3 mm großen Tibiadeфекt unter axialem momentanen Druck einer Druckbelastung von 28 kg entsprach (519).

Nach Meinung unserer Klinik sollte eine Fibulaosteotomie grundsätzlich durchgeführt werden (578).

Nur bei einer ganz einwandfreien achsengerechten Stellung der Fragmente kann sie unterlassen werden.

Die Fibula kann in Höhe der Pseudarthrosenstelle (261) oder im proximalen Drittel (478) schräg osteotomiert oder subperiostal reseziert (462) werden. Das resezierte Fibulastück kann 1 bis 2 cm betragen (111).

Auch wird eine zweizeitige Operation angegeben: Die Osteotomie wird durch eine getrennte Incision auf der Rückseite durchgeführt und nach 3 Wochen erfolgt die eigentliche Pseudarthrosenoperation (548). Diese Methode sollte wegen ihrer Kompliziertheit jedoch nur in wenigen Fällen angewandt werden.

Die Fibulaosteotomie hat jedoch auch ihre Kritiker (303, 394, 397), da sie " nicht nur überflüssig, sondern auch schädlich geworden ist, weil sie den Eingriff unnötig ver-

größert" (303). Außerdem werde die Tibia durch die operative Korrektur über die Fehlstellung hinaus noch stärker verlängert als die Kompression die Tibia verkürzte (397); die Osteotomie sei deshalb nur bei einer erheblichen Fehlstellung indiziert.

Aufgrund der positiven Erfahrungen hält unsere Klinik an einer zusätzlichen Fibulaosteotomie fest.

III.2.6.7. Autoplastische Spantransplantation:

Die autoplastische Spantransplantation ist der Prototyp der Pseudarthrosenoperation (315). Die häufigsten Operationsmethoden sind die Anlagerung des Spans nach dem Onlay-Verfahren PHEMISTERS (430) oder das exakte Einpassen des Spans in das vorbereitete Bett im Inlay-Verfahren nach LEXER (329).

Gerade im Wachstumsalter wurden durch Spantransplantationen ausgezeichnete Ergebnisse erzielt (578). Vor größeren Osteosynthesen am kindlichen Skelet wird wiederholt gewarnt. (578).

Entscheidet man sich für einen Anlegespan, so wird dieser flächenhaft angelagert, sodaß er die Pseudarthrose überdeckt und jedem Fragment 4-5 cm weit eng anliegt (581). Der Span soll bei Kleinkindern mindestens 10 cm, bei größeren Kindern 12 bis 14 cm groß sein (335), und die Frakturenden um mindestens 3 cm überragen (384). Ein anderer Autor verwendet 6 bis 8 cm lange Späne mit mindestens 8 mm Breite, die, bei Kleinkindern angewandt, die

Pseudarthrose auch noch um 3 bis 4 cm überragen (261).

Auf die richtige Größe des Spans wird also allgemein großer Wert gelegt.

Was den Ort der Spananlagerung angeht, so können die Späne längs der Tibia medial und lateral in einer sagittalen Kantstellung (207) oder aber ein Span auf der Rückseite der Tibia und der andere an der lateralen Seite angelagert werden (335), sodaß beide Späne im rechten Winkel zueinander stehen. Die Matrix der Außen- und der Rückseite ist für eine Spananlagerung vorteilhafter gestaltet. Außerdem kann so einer Antecurvatio wirksam entgegengearbeitet werden (335).

Allgemein wird eine Befestigung des Spans mit Drahtcerclagen abgelehnt, da so die periostale Blutzirkulation unterbrochen werden kann. Vereinzelt wird jedoch in der Literatur die Fixation mit Drahtschlingen noch beschrieben (41, 384). Die Drähte müssen nach 4 Monaten entfernt werden. Empfehlenswert ist eine Fixation mit Schrauben (581, 284, 261). Aus dem Operationsergebnis kann nicht abgeleitet werden, ob nun die Anwendung von Schrauben oder von Drähten vorzuziehen ist (335). Jedoch verstärkt sich der Eindruck, daß die Drahtfixation sehr unzuverlässig ist (335).

Bei der Entnahme des autoplastischen Materials aus der Tibia der anderen Seite muß dieser Knochen unbedingt auf seine einwandfreie Beschaffenheit hin überprüft

werden, da sich sonst durch den Eingriff am anderen Unterschenkel eine doppelseitige kongenitale Pseudarthrose entwickeln kann, wie in der Literatur berichtet wird (284). Natürlich besteht auch die Möglichkeit, den durch die Spanentnahme gesetzten Defekt an dem bis dahin gesunden Knochen durch einen homoplastischen Gefrier-(335) oder Bankspan (592) zu ersetzen. Diese Komplizierung der Operation wird jedoch in den meisten Fällen nicht für notwendig erachtet. Allerdings wurden auch bei Jugendlichen Ermüdungsbrüche im Bereich des Spanbettes nach der Spanentnahme festgestellt (528). Eine völlige Durchbauung der Corticalis tritt beim Menschen nur bis zum 20. Lebensjahr auf (134).

Wir gehen in Ausnahmefällen vom Prinzip der autoplastischen Spantransplantation ab, wenn nämlich bei Kleinkindern wegen der Kleinheit des kindlichen Skelets die Entnahme eines genügend großen Spans sich als sehr schwierig erweist (581, 69). Das Argument, mit dem für die Benützung eines homoplastischen Spans plädiert wird, daß nämlich die Spanentnahme eine zusätzliche Schädigung für die gesunde Gliedmaße bedeute, wird entkräftet, indem man den Span dem Femur der betroffenen Extremität entnimmt und so nur eine Extremität ruhigstellen muß.

Auch bei postosteomyelitischen Unterschenkel-pseudarthrosen ohne Defektbildung kann die autoplastische Spananlagerung

angewandt werden (581). Allerdings muß die Osteomyelitis seit mindestens 1 Jahr abgeklungen sein.

Der autologe oder notfalls homologe Span gelangt zur Anwendung, um einerseits eine Schienung der Pseudarthrose zu erreichen und andererseits durch seine osteogene Potenz, die der autologe in einem weit größeren Umfang als der homologe besitzt, zur knöchernen Konsolidation der Pseudarthrose beizutragen.

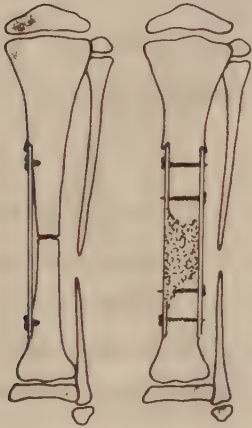
Für die Transplantation eines Spans gibt es zudem keine grundsätzlichen Kontraindikationen (190).

Gewöhnlich werden 2 Wochen nach der Spanoperation die Nähte entfernt und der gespaltene Gipsverband durch einen geschlossenen ersetzt, mit dem das Kind aufstehen und herumgehen kann. Wurden die Späne mit Schrauben fixiert, so werden diese 3 bis 4 Monate nach der Pseudarthrosenoperation entfernt. Anschließend wird wieder ein Oberschenkelgips angefertigt, so daß die Ruhigstellung in einem Oberschenkelgips nach der Pseudarthrosenoperation 6 Monate beträgt.

Nun andere Methoden der Spanverpflanzung:

Bei dem "delayed autogenous bone graft" handelt es sich um einen Span aus Tibia, Fibula oder dem Hüftkamm, der nach seiner Ausmeißelung für 3 Wochen wieder in sein altes Bett gelegt wird. So sollen hochaktive Knochenwuchsstoffe entstehen (413). Diese Komplizierung ist jedoch unserer Meinung nach nur selten angebracht.

Die Doppelspanplastik (67) wird viel empfohlen (69,480, 509,223,207,546,288,133).Bei dieser Methode werden 2 11 mal 2 cm große Späne neben einigen Spongiosachips angewandt. Zuerst wird der eine Span mit 2 kleinen



Schrauben vorläufig befestigt, die dann nach dem Einpassen des zweiten Spans durch 2 lange Schrauben ersetzt werden. (siehe Abb. 10).

Diese Methode wird als "la formule thérapeutique la plus simple et la plus sûre" (207) bezeichnet. Durch das Hinzufügen kleiner Knochenchips wird ein rascher Einbau gewährleistet. Die Knochenspäne garantieren dabei die nötige

Abb. 10

Immobilisation. (223). Sie bilden geradezu eine Klammer um den osteoporotischen Knochen (69). Die Schrauben werden möglichst weit von der Pseudarthrosenstelle entfernt befestigt, da sich der lokalisierte Faktor der Pseudarthrosenursache auch noch wenige Zentimeter über das pathologische Gebiet hinaus erstreckt. Die Doppelspanmethode hat sich bewährt (581), kann sich jedoch gegenüber den modernen Osteosyntheseverfahren nicht mehr behaupten (583).

Es wird eine Variation in der Technik des "Dual bone grafting" angegeben (440). Beim ersten Eingriff wird das fibröse Gewebe an Tibia und Fibula reseziert. Anschließend wird ein STEINMANN-Nagel als Stütze in die Fibula eingetrieben. Nach 7 bis 9 Wochen wird dann in einem zweiten Eingriff die Spanentnahme an der gesunden Tibia vorgenommen. Die Späne werden nun zusammen mit Spongiosachips an der Pseudarthrosenstelle angebracht.

Die Brückenspanplastik (191) besteht in einer Einlagerung



eines Spans, der meistens ebenfalls der gesunden Tibia entnommen wird, im Scheitel der Verkrümmung, ohne daß dabei die Pseudarthrose unmittelbar angegangen oder die Deformität beseitigt wird. Der Span stützt die Fragmente ab, sodaß keine schädlichen Schub- oder Scherkräfte mehr auftreten können. Diese Methode wird viel empfohlen (348, 192, 39, 95, 570, 207, 335, 464, 486, 531, 485). Da der Span wie eine Saite am Rücken der Tibia eingelegt wird,

Abb. 11:
Brückenspan

benötigt er kein fremdes Material zur Fixierung (346). Der by-pass-Span sollte allerdings nicht vor dem dritten Lebensjahr eingepflanzt werden (192). (siehe Abb. 11).

Gegner der Methode führen an, daß die Verbiegung unter keinen Umständen bestehen bleiben dürfe, da sich an der unteren Einkerbungsstelle des by-pass-Spans eine zweite Pseudarthrose entwickeln könnte (567).



Die Gefahr einer Frakturierung des Spans ist besonders groß, wenn der Span zu klein ist, oder wenn die Insertion des Spanes im unteren Fragment zu hoch ist, sodaß sich der Knochen nach der Spanimplantation noch weiter verbiegen kann. (39) (Siehe Abb.12).

Abb.12: Fehler bei der by-pass-Implantation

diese Methode ebenfalls zu guten Ergebnissen (581), die sich aber mit denen, die durch eine stabile Osteosynthese erzielt werden, nicht messen können.

Durch die Ausschaltung der Biegebeanspruchung führt

Bei der "end-under-bone-flap-Methode" wird ein Knochenstück ober- und unterhalb der Pseudarthrose abgehoben und der Span unter die beiden aufgeklappten Knochenstücke gelegt, sodaß der Span durch die Elastizität der abgehobenen Knochenstücke an seinem Platz gehalten wird.

Bricht eines der abgehobenen Knochenstücke, so verwendet man eine Schraube zur Spanfixierung (539).

Wird zur Behandlung der Unterschenkelpseudarthrose ausschließlich eine Spongiosaplastik angewandt, so wird das ganze Pseudarthrosengewebe entfernt und von der Pseudarthrosenstelle ein Spalt in den Knochen bis zur Markhöhle distal und proximal der Knochenenden gemeißelt. (224). Diese Rinne wird dann mit vielen kleinen Knochenchips aus der anderen Tibia oder besser aus dem Darmbein ausgefüllt. (siehe Abb.13). Das Periost wird so verschlossen, daß noch ein Spalt für die einwachsenden Blutgefäße freibleibt. Meistens jedoch wird die Spongiosaplastik in Kombination mit der stabilen Osteosynthese durchgeführt.

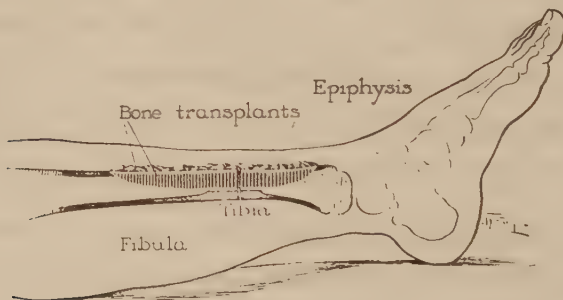


Abb.13: Alleinige Spongiosatransplantation

Die HAHN'sche Operation oder eine Modifikation davon wird von vielen Autoren empfohlen (222,249,120,520,74, 387,101,10,523,315,573,417,135,322,418,104,380,408,386, 479,564,82,127,100,450,160,320,152,164,163,480,578,534, 284,107). HAHN durchtrennte 1884 die Fibula und pflanzte ihr distales Fragment in das proximale der Tibia (222).(siehe Abb.14).



Abb. 14: HAHN'sche Operation (aus 222).

Die Fibula erfährt eine funktionelle Hypertrophie und ist so in der Lage, die Tibia zu ersetzen. Allerdings kann wegen der ungünstigen statischen Verhältnisse ein Crus curvatum entstehen und es besteht die Gefahr der Ausbildung von Ermüdungszonen in der Fibula.

BRANDES behandelte 1913 Kinder mit ausgedehnten Tibia-defekten nach dem Vorschlag von HAHN und verpflanzte das obere Ende der durchsägten Fibula in die Markhöhle des oberen Endes der defekten Tibia. Es ergaben sich jedoch

keine idealen Resultate,"vor allem ist die Belastung nach einer lediglich oberen Implantation eine so ungünstige,daß wir uns entschlossen,... unter Erhaltung des äußeren Knöchels auch unten die Implantation des Fibulaschaftes in den unteren Tibiarest durchzuführen, also in 2 Akten eine vollkommene Verpflanzung des Fibulaschaftes in den großen Tibiadefekt vorzunehmen."(76).

Nach ihnen beiden wird die Operation heute HAHN-BRANDES-sche Operation,Fibula-pro-Tibia-Operation,Tibio-fibular-osteosynthesis,Umwegplastik oder Translokationsoperation der Fibula genannt.

Der Eingriff wird ein- oder zweizeitig (76,573) durchgeführt.So kann z.B. die Fibula zuerst an ihrem oberen Ende in die Tibia eingebolzt werden und nach 4 Wochen an ihrem unteren Ende.Anschließend erfolgt das Anlegen eines Gehgipsverbandes für 13 bis 14 Wochen (573).

Nach einer anderen Modifikation wird die Fibula proximal und distal osteotomiert und ihre Diaphyse fest seitlich an die Tibia geschraubt.(100,450). Andere Autoren geben eine Arthrodesse mittels Schraubenfixation des tibio-fibularen Gelenkes an (82).Nach einer Osteotomie des Wadenbeins oberhalb des lig.tibio-fibulare inferior fixieren sie das untere Schaftende an die konkave Fläche des Schienbeins mittels zweier Schrauben.

Bei schweren Defekten wird die termino-terminale tibio-fibulare Synostose mit anschließender Extirpation des Talus und Verblockung zwischen Fibula und Calcaneus

empfohlen (380).

Nach einer anderen Methode wird von der Fibula ein gestieltes Periostlappchen gelöst ,auf die offene Markhöhle der Tibia gelegt und anschließend mit dem Periost des Tibiastumpfes vernäht (387).Das Ablösen eines Periostlappchens sei nämlich einfacher als das Spalten der Fibula.

Von anderer Seite wird die Einpflanzung des Wadenbeins in das pseudarthrotische Schienbein als alleinige Maßnahme als überholt bezeichnet (261).

"Bei Unterschenkelpseudarthrosen nach frühkindlicher Osteomyelitis ist die HAHN'sche Methode die beste Methode. Es ist ratsam,neben der Einpflanzung der Fibula auch das distale Fragment des Schienbeins mit der Fibula zu verbinden "(314).Dies ist auch unsere Meinung,denn auch heute noch gibt es bei der kindlichen Osteomyelitis Fälle mit ausgiebiger Sequestrotomie.Erschöpft sich die Regenerationskraft,so kann sich ein die beiden Fragmente verbindender Kallus nicht entwickeln und es bildet sich eine postosteomyelitische Defektpseudarthrose.Die Tibia fehlt hier oft bis auf einen oberen und unteren Rest (315). Nach der HAHN'schen Operation kommt es schließlich zu einer Hypertrophie der Fibula infolge der Druckübertragung.

Auf die exzentrisch fibular-dorsalseitige Belastung der Wachstumszone des Tibiakopfes wird hingewiesen.(581).

So könne sich eine Abflachung des Tibiakopf-gelenkes entwickeln, was eine Subluxation oder gar Luxation in der proximalen tibio-fibularen Verbindung zur Folge habe.

Bei der HAHN-BRANDES'schen Operation, der "klassischen Methode der Behandlung einer osteomyelitischen Defektpseudarthrose auch beim Kind" (581), soll die Implantation der subcapital osteotomierten Fibula in die Tibiamarkhöhle nicht zu früh nach der Osteomyelitis erfolgen. (545). Bei guten Achsenverhältnissen und der richtigen Technik kann die Befestigung auch ohne körperfremde Materialien erreicht werden (135). Gelingt dies nicht, so wird dies durch Drahtcerclagen oder besser durch Schraubenfixation erreicht (135). Auch die kombinierte Plastik der Fibula zusammen mit einem autoplastischen Tibiaspan aus dem gesunden Bein wird empfohlen (160).

Bei der "bypass-synostosis" wird ein Span dem Darmbein entnommen und zusätzlich zwischen Tibia und Fibula an der Pseudarthrosenstelle eingesetzt (143). (siehe Abb. 15).

Nach wenigen Monaten läßt sich durch diese Operation, bei der auch noch Spongiosachips hinzugefügt werden können, eine Synostose zwischen Tibia und Fibula nachweisen, obwohl die eigentliche Pseudarthrose noch gar nicht ausgeheilt ist. Diese Methode sei "a very useful, logical, and direct approach to the cure of this difficult disease". (143).



Abb.15:
tibiofibulare
"bypass-Synostose"

Zur zusätzlichen Stabilisierung des Wadenbeins kann von der Ferse her ein STEINMANN-Nagel eingeschlagen werden (160).

Gerade die bei den post-osteomyelitischen Pseudarthrosen häufig anzutreffende Narbenbildung erschwert eine Operation im unmittelbaren Pseudarthrosengebiet und spricht ebenfalls für eine Operation nach HAHN-BRANDES.

Sie wird deshalb auch aus diesem Grunde heute noch bei den schweren kindlichen Osteomyelitiden mit ihren großen Defekten mit Erfolg durchgeführt.(578).

III.2.6.9. Marknagelung:

Die angeborene Unterschenkelpseudarthrose erfuhr eine Verbesserung ihrer Heilungschancen durch die Anwendung der KÜNTSCHER-Marknagelung, da zumindest eine gewisse innere Fixation erreicht wurde (543,216,368,114,206,551,415,581,157,389,284,516).

Heute wird der Marknagel von distal durch Calcaneus und Talus eingeführt (227). Nach Ansicht einiger Autoren kann der Nagel ohne wesentliche Schädigung durch die

kindliche Epiphyse eingeschlagen werden, da der so geschädigte Teil der Epiphyse nur wenige Prozente der gesamten ausmache und der Nagel die Epiphyse senkrecht durchdringe (284,551,546).

Der beste Erfolg lasse sich bei einer Tibiapseudarthrosenbehandlung dann erzielen, wenn " als Grundlage für weitere Eingriffe eine möglichst stabile Osteosynthese mittels KÜNTSCHER-Nagel durchgeführt wurde " (551).

Das proximale Nagelende kann noch mit einem Bohrloch versehen werden, durch welches ein Quersplint oder ein KIRSCHNER-Draht gezogen wird und so ein Herausgleiten des Marknagels nach distal verhindert wird (284,415). In der Anfangszeit der Marknagelung werden Ausheilungen infolge der absoluten und "völligen Immobilisation" beschrieben (543), die aber wohl kaum vorhanden war, da sich sonst kein so mächtiger Kallus gebildet hätte.

Ein Autor zieht den Marknagel dem by-pass-Verfahren vor. (557). Um eine Schädigung der Sprunggelenke zu vermeiden, kann der Nagel schräg durch das distale Unterschenkelstück durch den Talus eingeschlagen werden (581).

Es finden sich viele Gegner einer Nagelung des Unterschenkels. (219,184). Die tibiotarsale Nagelung wird doch für ungünstig erachtet, da vorzeitiger Epiphysenschluß und eine Versteifung der Fußgelenke befürchtet werden (114,207,583).

Die Marknagelung am Unterschenkel ist doch kein so ideales Verfahren, denn wie bei der Fixation mit gekreuzten Bohrdrähten, kann doch keine absolute Immobilisation erreicht werden (583).

Während auch über gute Ergebnisse ohne zusätzliche Spanplastik berichtet wird (118,415), wird der Versuch, die KÜNTSCHER-Marknagelung mit einer Spanplastik - sei es durch einen autoplastischen Span aus der gesunden Tibia (581), oder aus dem homolateralen Femur - zu verbinden, frühzeitig unternommen. (227,546). Man kann auch neben der Marknagelung den durch die Resektion der Pseudarthrose entstandenen freien Raum von einigen Zentimetern mit Spänen aus dem gesunden Wadenbein ausfüllen (381). Die Kombination der inneren Fixation mit einem massiven Knochentransplantat in Form zweier Onlay-Späne sei die beste Methode (546).

Untersuchungen ergaben, daß der Marknagel zusammen mit einem autoplastischen Knochenspan (siehe Abb. 16) bessere Ergebnisse liefert als Operationen, die allein aus der Verpflanzung von der Mutter entnommenen Spanmaterials bestand. (269). In der Literatur werden Fälle beschrieben, wo Patienten mit congenitalen Unterschenkel-pseudarthrosen durch alleinige Marknagelungen nicht befriedigend operiert werden konnten. Erst nach dem

Anlegen von Tibiaspänen konnte dann die Pseudarthrose ausgeheilt werden. Der Marknagel allein war also nicht in der Lage, Pseudarthrosen knöchern durchzubauen.

"Die beiden Behandlungsverfahren, Spanung und Nagelung,



weisen für sich allein in diesem Krankheitsbild Mängel auf. In einer Verbindung wird für beide eine vorteilhafte Ergänzung gesehen." (227). Unsere Klinik verließ bald nach Aufkommen der Marknagelung die alleinige Anwendung des KÜNTSCHER-Nagels zugunsten der kombinierten Osteosynthese mit langem Marknagel und freier Knochenspantransplantation. (319). Auf den Vorteil der Mark-

Abb. 16:

Kombination von Nagelung bei schweren kongenitalen Span und Marknagel. Pseudarthrosen unter Verwendung von tibialen und iliacalen Periostknochenspänen wird hingewiesen (206), da die Heilungsaussichten wirklich verbessert werden (515).

Ein Autor legt den Tibiaschaft in seiner ganzen Länge frei. Nach Durchsägen der Metaphysenregion reseziert er die Pseudarthrosenenden. Das lange, proximale Fragment wird umgedreht und das Stück, das zuvor in der Metaphyse unter dem Knie lag, wird jetzt an die Metaphyse über den Knöchel gelegt. Ist das distale Fragment lang genug,

wird es ebenfalls umgedreht und unterhalb des Knies eingesetzt. Falls das untere Fragment zu kurz ist, wird ein Span dem gesunden kontralateralen Bein entnommen.

Anschließend wird ein intramedullärer Nagel eingesetzt, der in seiner Länge von unterhalb der oberen Tibiaepiphyse bis oberhalb der distalen Epiphyse reicht.

Ist das untere Fragment sehr schmal, wird der Nagel durch den Calcaneus geschlagen. (515). Da man das Ergebnis der Operation nach 4 Monaten genau erkennen kann, darf nicht gezögert werden, notfalls in 6 monatigen Abständen zu operieren.

Obwohl in der Literatur gute Ergebnisse sowohl mit dem KÜNTSCHER-Nagel als auch mit dem Rush-Pin bekannt sind, (568), neigen wir heute eher zur stabilen Osteosynthese in Form der AO-Verplattung, da durch die AO-Osteosynthese noch bessere Ergebnisse als mit der Marknagelung zu erzielen sind.

III.2.6.10: Die AO-Osteosynthese:

Beim Kind ist die "Indikation zur Osteosynthese im allgemeinen enger zu stellen als beim Erwachsenen" (216). Dies gilt jedoch nicht für die congenitale Unterschenkel-pseudarthrose.

Bei der Behandlung des Crus curvatum congenitum wird zunächst trapezförmig osteotomiert, um einen Ausgleich der Fehlstellung zu erreichen.

Anschließend wird eine AO-Halbrohrplatte aus dem AO-Feinstinstrumentarium, z.B. eine 5-Loch-Halbrohrplatte (584), angeschraubt. Dem Oberschenkel liegegips von 6 Wochen folgt ein Oberschenkelgehgips, der 8 Wochen lang getragen wird (580).

Ein anderer Autor berichtet über das laterale Anlegen einer 6-Loch-Halbrohrplatte und zusätzlicher Verwendung eines Corticalisspans aus dem Femur, der nach der Inlay-Onlay-Technik angelegt wird. Nach Verschraubung der Tibia mit Platte und Span wird noch Spongiosa aus dem Femur angelegt. Nach dem Oberschenkel liegegips, der 14 Wochen lang getragen wird, empfiehlt sich ein Oberschenkelgehgips für 12 Wochen.

Anschließend wird ein Schienenhülsenapparat bis zur knöchernen Ausheilung getragen (584).

Auch andere Autoren resezieren trapezoidförmig am Krümmungsscheitelpunkt, legen von lateral eine AO-Platte an und verwenden neben Spongiosabröckchen einen von der Gegenseite subtrochantär gewonnenen Femurspan (216). Nach den Erfahrungen der AO wird der Hautschnitt bei der Operation am besten lateral der vorderen Tibiakante angelegt (393). Die Zuggurtungsplatte muß bei der Tibia stets auf der Konvexseite angebracht werden. Da es sich bei den Tibiapseudarthrosen meistens um eine Fehlstellung im Varussinne handelt, wird die Platte lateral angebracht; bei der selteneren Valgus-

fehlstellung ist die mediale Anlagerung indiziert und beim crus recurvatum wiederum eine laterale (393). Die Platte kann direkt auf das vernarbte Periost geschraubt werden (394); es empfiehlt sich jedoch, auch das Periost zu entfernen.

Was die Prognose angeht, so ist die Unterschenkel-pseudarthrose, die als eine " affection obscure et de traitement empirique" (207) bezeichnet wird, immer noch etwas entmutigend. (350). Es werden auch Fehlschläge mit der AO-Technik berichtet, wo z. B. nach vorzeitigem Weglassen des entlastenden Apparates am distalen Spannde eine Refraktur eintrat, die aber nach einer zweiten Osteosynthese unter nochmaliger Anwendung eines Spans zur Ausheilung gebracht werden konnte (216).

Obwohl unsere Klinik anfänglich der AO-Osteosynthese mit einer gewissen Skepsis gegenüberstand (319), so erfolgt heute die Behandlung der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose in den allermeisten Fällen durch eine AO-Osteosynthese zusammen mit einer Autoplastik und einigen Spongiosachips. Es zeigt sich, daß das Hinzufügen eines autologen corticospongiösen Knochentransplantats für die Ausheilung sehr förderlich ist (216).

Die guten Ergebnisse (583), die mit der AO-Osteosynthese erzielt werden, können vielleicht durch die Einführung der neuen Kompressionsplatte " DCP" (425) noch gesteigert werden.

"Die Behandlung der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose verlangt unter Umständen die Verbindung aller Operationsverfahren" (316). Am Erfolgreichsten erwies sich in unserer Klinik die stabile Osteosynthese mit einer AO-Platte zusammen mit einer Autoplastik mit Cortikalis- und Spongiosatransplantaten aus dem gleichseitigen Oberschenkel (583). Zusätzlich kann noch das narbig veränderte Periost an der Pseudarthrosenstelle entfernt werden (113, 570, 116).

III.2.6.11. Fibulapseudarthrose:

Über einen alleinigen Fibuladefekt wird nur selten berichtet (11, 213, 323).

Die Therapie bei einer begleitenden oder alleinigen tiefsitzenden Fibulapseudarthrose verhält sich ähnlich wie bei der Tibiapseudarthrose. Vor einer Vernachlässigung einer begleitenden Fibulapseudarthrose wird gewarnt (335).

Bei der angeborenen Fibulapseudarthrose wird die percutane Nagelung von der Spitze des äußeren Condylus aus mit einem starren HERZOG-Nagel empfohlen (300). Eine zusätzliche Spananlagerung an der Fibula kann in einer zweiten Sitzung erfolgen, wobei als Spanmaterial die Tibia der Gegenseite oder eine autoplastische Rippe empfohlen wird (335).

Nach einer anderen Methode wird die Pseudarthrose reseziert

und ein Span aus dem Darmbein zusammen mit Spongiosachips eingebolzt.(siehe Abb. 17).Die distale Metaphyse der Tibia wird dabei mit der Fibula fusioniert (320).



Abb.17: Pseudarthrosenoperation der Fibula

Anschließend ist ein Unterschenkelgips für 4 Monate erforderlich;nach 2 Monaten kann belastet werden (319).

III.2.6.12: Nachbehandlung:

Auf die Nachbehandlung muß allergrößter Wert gelegt werden (216).Nach der operativen Behandlung der Unterschenkel pseudarthrose wird ein Oberschenkel liegegips getragen,bis röntgenologisch ein Durchbau der ehemaligen Pseudarthrose festzustellen ist.

Anschließend wird ein Schienenhülsenapparat mit Tuberaufsitz verwendet, der mehrere Jahre lang, eventuell sogar bis zum Ende des Skeletwachstums getragen werden muß (216).

Ein anderer Autor empfiehlt nach der Spanoperation eine Ruhigstellung in einem Becken-Bein-Gipsverband als Liegegips für 3 Monate. Die Gesamtdauer der Gipsfixation beträgt mindestens ein halbes Jahr (319).

Eine Belastungsfähigkeit ist an dem wieder ausgebildeten Markkanal zu erkennen (155). Dies könne jedoch bis zu 5 Jahren in Anspruch nehmen.

Wieder andere Autoren legen nach der Spanoperation einen ersten Gipsverband für 10 Tage an; dann folgen in raschem Wechsel 4 bis 6 Monate lang neue Gipsverbände, die dann von einem Stützapparat bis zur Pubertät abgelöst werden (95, 335, 546, 69), da die operierte Tibia meistens erst in dieser Zeit die Größe der gesunden erreicht hat und der Markkanal nun gut ausgebaut ist. (69).

Allgemein wird großer Wert auf die postoperative Immobilisation gerade bei den Spanoperationen gelegt, da jedes autoplastische Spanmaterial 12 Wochen für Umbauvorgänge benötigt (578) und dann noch keineswegs belastungsfähig ist (578).

Ausgezeichnete Ergebnisse liefert die postoperative Applikation elektrodynamischer Wechselelektroden in dem Frakturbereich (291). Der bei Be- und Entlastung am Knochen entstehende piezoelektrische Effekt wird so nachgeahmt. Die Behandlung erfolgt tagsüber zwischen

vier und acht Stunden und erstreckt sich im Schnitt über 6 bis 7 Wochen. Die Bildung neuer Blutgefäße im Feld konnte so nachgewiesen werden. (291).

Für den Erfolg einer Pseudarthrosenoperation ist also die Nachbehandlung von "ausschlaggebender Bedeutung" (433), da auch eine ungenügende postoperative Nachbehandlung bei korrekter Osteosynthese zu einer Pseudarthrose führen kann und ebenso eine sorgfältige postoperative Behandlung eine Pseudarthrose auch nach einer schlechten Osteosynthese auszuheilen vermag (548).

III.2.6.13. Amputation:

Von der absoluten Indikation für eine Amputation ("Jede congenitale Unterschenkel-pseudarthrose endet mit der Amputation, da sie unheilbar ist" 483) bis zur vollkommenen Ablehnung ("Die Amputation des Unterschenkels im Kindesalter ist als Kunstfehler zu betrachten" 41) gehen hier die Meinungen in der Literatur weit auseinander.

Die Wahl zwischen Amputation und Span ist manchmal schwierig (69). Ist die zu erwartende Verkürzung größer als 8 cm, besteht eine beträchtliche Verformung wie z.B. eine Vorwärtsverbiegung der Tibia, oder bei einer drohenden Gefahr der Frakturierung der schmalen, schwachen Tibia ist die Indikation für eine Amputation durchaus gegeben (69). Eine Deformierung des Fußes, des Fußknöchels oder des Knies infolge der congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose sei die Indikation zu einer Amputation (133).

Dem wird entgegengehalten, daß durch eine Fibulatransplantation eine Amputation verhindert werden könne. Dies trifft aber bestimmt nur für einen kleinen Teil der Patienten zu. Auch sei eine starke Verkürzung, besonders beim weiblichen Geschlecht, ebenfalls die Indikation für eine Amputation (335). Sie solle aber erst nach dem 12. Lebensjahr durchgeführt werden, da erst hier ein auf die Dauer brauchbarer Stumpf erhalten werden könne. (335). Man könne aber auch bis zur Pubertät warten (235). Bei einer hochgradigen Beinverkürzung (336, 570) und einer starken Funktionsbehinderung ist eine Unterschenkelamputation mit anschließender Versorgung durch eine passende Prothese sinnvoller als der "Versuch, mit allen Mitteln doch noch den Durchbau der Pseudarthrose zu erzwingen" (368). So wurden von den 13 congenitalen Tibiapseudarthrosen, die in der Zeit von 1940 bis 1965 in Dänemark auftraten, 6 amputiert. Aber auch mit Erfolg operierte Patienten ersuchen im Alter von 13 bis 16 Jahren um eine Amputation, da sie den Stützapparat nicht länger tragen wollen, und die Verkürzung inzwischen schon bis zu 15 cm betragen kann (281). Es ist in einigen Fällen wirklich schwierig, zwischen einer Amputation und einer neuerlichen Operation zu wählen. Bei einer beträchtlichen Verkürzung und Deformierung ist die Amputation die Methode der Wahl (281). Es kommt jedoch auch vor, daß Amputationen ohne jede

therapeutische Indikation allein auf Wunsch der Eltern hin ausgeführt werden (546,440).

Die Zeit liegt noch gar nicht solange zurück," wo praktisch jede congenitale Pseudarthrose früher oder später der Amputation verfallen war " (150).

Sind keine zu großen Mißbildungen vorhanden,so wird heute vor einer Amputation gewarnt : " Nie amputieren bei Unterschenkelpseudarthrosen auf angeborener Basis, da sie heilbar sind " (435). Diesem grenzenlosen und übertriebenen Optimismus kann jedoch nicht zugestimmt werden.

Unsere Klinik ist der Auffassung,bei schweren congenitalen Defekten und irreparablen Mißbildungen eine frühzeitige Amputation zu befürworten,da sich die Kinder frühzeitig an eine Prothese gewöhnen können (350).

Falsch ist es jedoch,den Unterschenkel bereits nach 2 oder 3 Operationen zu amputieren (515).

IV. Eigene Untersuchungen:

IV.1. Allgemein:

Die Untersuchung über die operative Behandlung der Pseudarthrosen im Wachstumsalter erstreckt sich über 59 Patienten, die in den Jahren 1928 bis 1973 an der Orthopädischen Klinik der Universität München in Behandlung waren.

IV.1.1. Lokalisation der Pseudarthrosen:

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, befinden sich 93% der Pseudarthrosen an der unteren Extremität: 69% im Bereich des Unterschenkels und 24% am Oberschenkel.

Tabelle 1: Lokalisation der Pseudarthrosen:

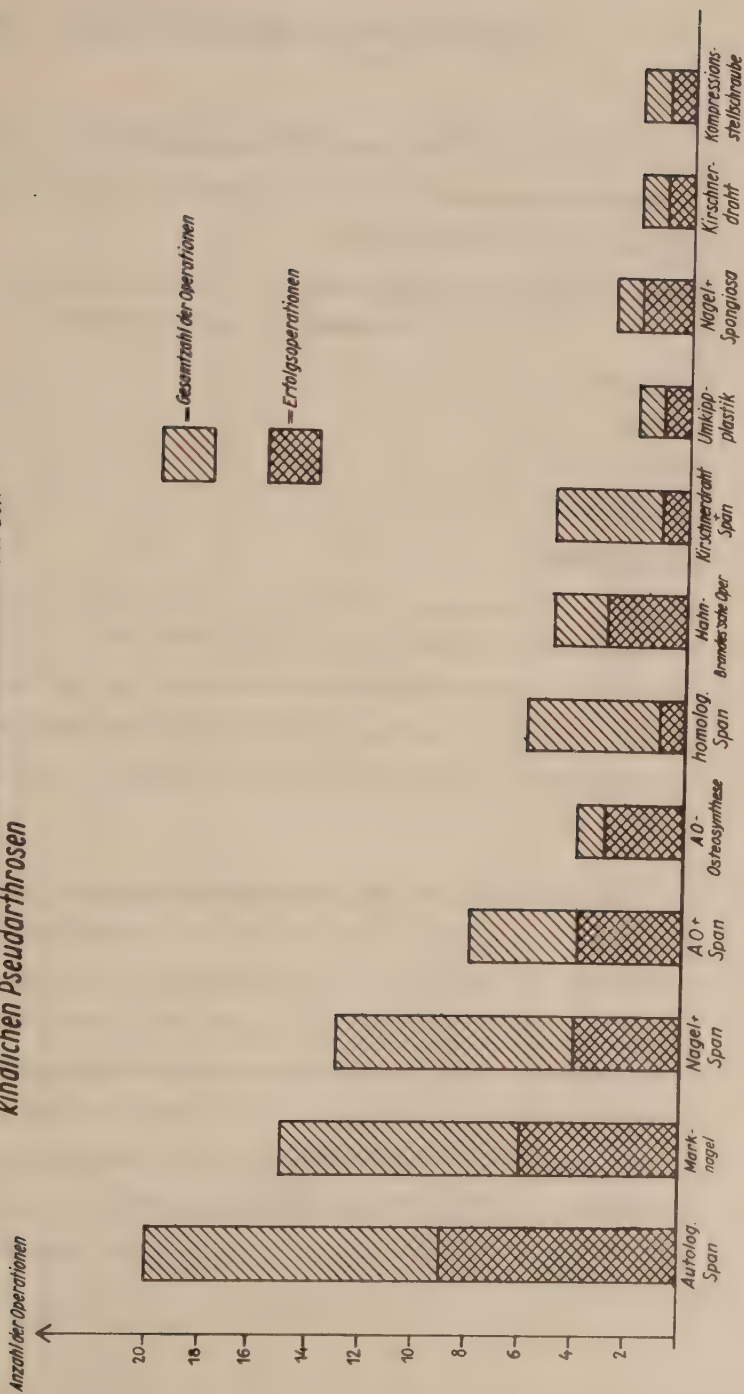
Clavicula	:	1
Oberarm	:	1
Unterarm	:	2
Oberschenkel	:	14
<u>Unterschenkel</u>	:	<u>41</u>
<u>gesamt</u>	:	<u>59</u>

Der Unterarm war nur in 3%, Clavicula und Oberarm in 2% der Fälle betroffen (siehe Abb.18).

IV.1.2. Stand der Ausheilung:

Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt konnte bei 64% aller Pseudarthrosen eine Ausheilung erzielt werden. (siehe Tab.2).

Übersicht über die verschiedenen Operationsmethoden bei den kindlichen Pseudarthrosen



Am schwierigsten erwies sich die Behandlung der Unterschenkelpseudarthrose:hier bauten sich nur 51% der Pseudarthrosen durch.

Tabelle 2:Stand der Ausheilung:

	AUSGEHEILT:	OHNE ERGEBNIS:
Clavicula :	1	-
Oberarm :	1	-
Unterarm :	2	-
Oberschenkel :	13	1
<u>Unterschenkel :</u>	<u>21</u>	<u>2o</u>
<u>gesamt :</u>	<u>38</u>	<u>21</u>

Die Ergebnisse am Oberschenkel sind sehr gut:

Von den 14 Pseudarthrosen bauten sich alle bis auf eine einzige durch.Die Falschgelenkeder oberen Extremität und der Clavicula konnten ebenfalls alle operativ ausgeheilt werden.

IV.1.3. Anzahl und Art der durchgeführten Operationen:

An der Orthopädischen Klinik wurden 92 Operationen zur Behandlung der Pseudarthrosen ausgeführt (Tab.3,Abb.19). Bei fast jeder dritten Operation,nämlich 3o mal,wurde ausschließlich eine Spanoperation durchgeführt,die in 4o% der Fälle zur Heilung der Pseudarthrose führte. 15 mal gelangte ein KÜNTSCHER-Nagel zur Anwendung,der ebenfalls in 4o% der Fälle erfolgreich war.

Der KÜNTSCHER-Nagel in Kombination mit einem Span wurde

Abb. 18 *Lokalisation der Pseudarthrosen*

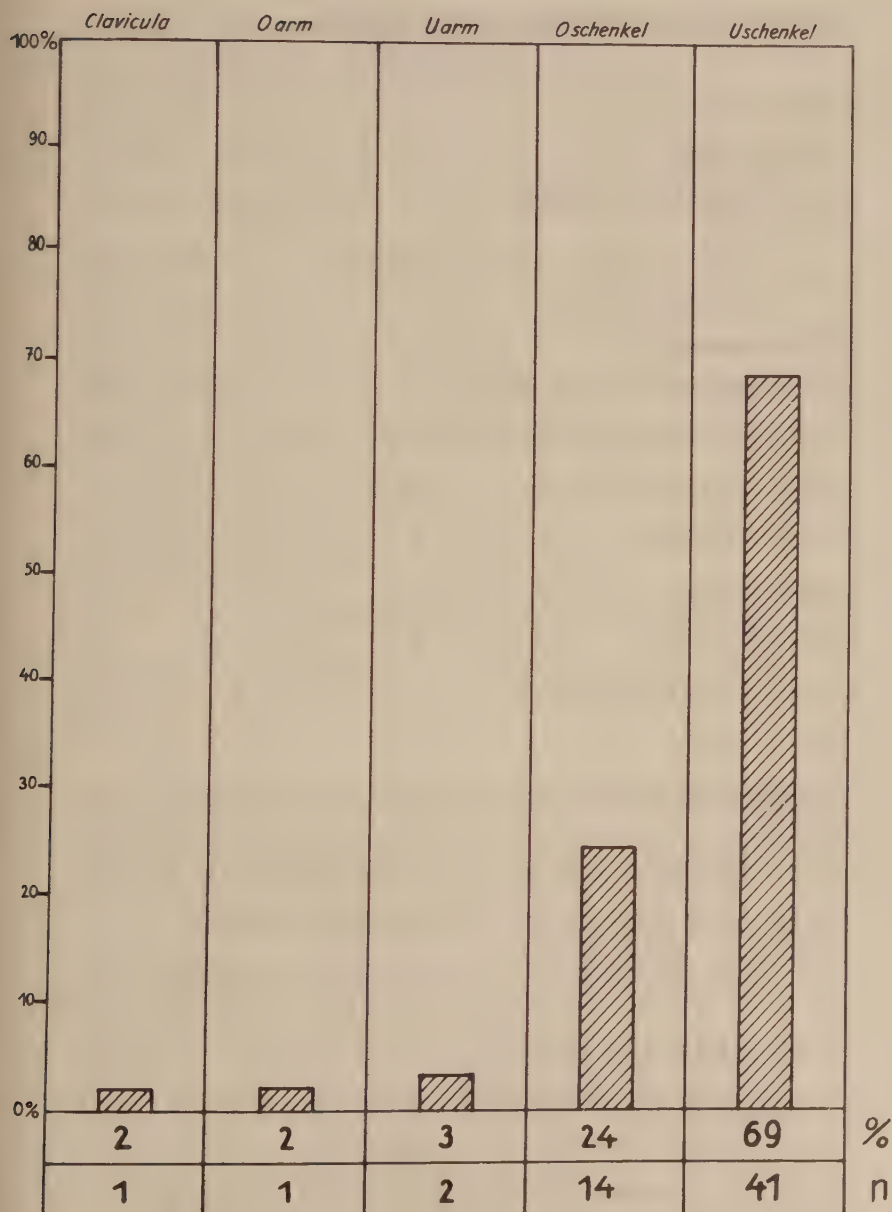


Tabelle 3: Operative Behandlungsmethoden:

	Operationen:	Erfolge:
autologer Span	20	9
homologer Span	6	1
Span unbekannter Herkunft	2	1
Umkipplastik	2	1
HAHN'sche Operation	5	3
KÜNTSCHER-Marknagel	15	6
KÜNTSCHER-Marknagel und Span	13	4
KÜNTSCHER-Marknagel + Spongiosa	3	2
AO-Osteosynthese und Span	8	4
AO-Osteosynthese	4	3
KIRSCHNER-Draht und Span	5	1
KIRSCHNER-Draht	2	1
Kompressionsstellschraube	2	1
Aufsplitterung	2	-
<u>Cerclage</u>	<u>3</u>	<u>1</u>
<u>gesamt</u>	<u>92</u>	<u>38</u>

am dritthäufigsten, nämlich 13 mal angewandt: hier führten 31% der Operationen zu einem knöchernen Durchbau.

8 mal wurde der AO-Plattenverschraubung in Kombination mit einem Span der Vorzug gegeben, wobei 50% der Operationen zu einer Ausheilung der Pseudarthrose führten.

Die alleinige AO-Osteosynthese gelangte 4 mal zur Anwendung, wobei 75% der Fälle ausheilten.

Mit der AO-Osteosynthese lassen sich also die besten Erfolge erzielen.

Bei den 30 Spantransplantationen wurde 20 mal der autoplastische corticospongiöse Span verwandt, wobei 45% der Operationen zum Erfolg führten.

3 mal wurde der Span von einem Familienangehörigen genommen. Leider führte dies in keinem einzigen Fall zum Durchbau der Pseudarthrose. Der homologe Span, der sonst noch 3 mal angewandt wurde, erfüllte nur bei einem einzigen Patienten die in ihn gesetzten Erwartungen. Bei 2 Spanoperationen ließen sich die Herkunft der Späne nicht mehr eruieren; eine der beiden Operationen war erfolgreich.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die besten Erfolge mit der AO-Osteosynthese erzielt werden.

Leider ist sie zahlenmäßig im Untersuchungsgut nicht sehr stark vorhanden, da sie doch erst in den letzten Jahren zur Anwendung gelangte.

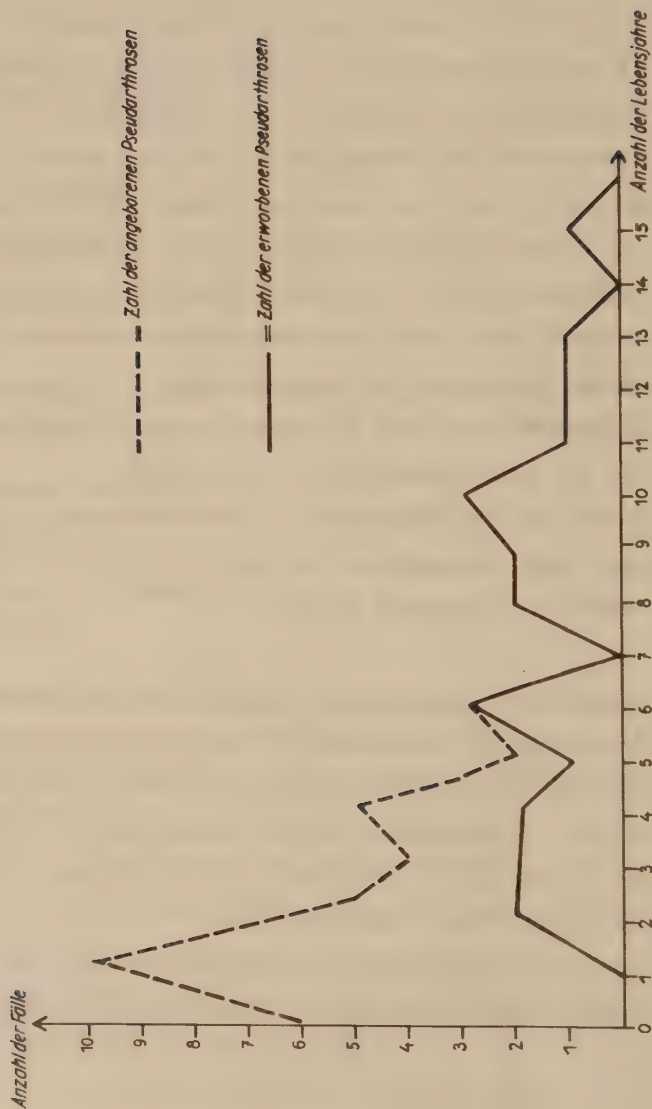
IV.1.4. Alter des Kindes beim Auftritt der Pseudarthrose:

Untersucht man das Alter des Kindes oder des Jugendlichen beim Auftreten der Pseudarthrose, so überwiegen die ersten 3 Lebensjahre. 42% der Pseudarthrosen in unserem Untersuchungsgut treten innerhalb dieser Zeit auf; der Schnitt liegt bei 4,8 Jahren.

Der Grund dieser Häufung im Frühkindesalter ist in der Vielzahl der "angeborenen" Pseudarthrosen zu suchen:

Abb. 20

Auftreten kindlicher Pseudarthrosen



54% der Pseudarthrosen lassen sich in die Gruppe der congenitalen Erkrankungen einreihen.

Ab dem dritten Lebensjahr nimmt die Pseudarthrosenhäufigkeit langsam ab (siehe Abb. 20).

IV.2. Claviculapseudarthrose:

Ein 10-jähriger Junge mit einer Claviculapseudarthrose nach einer Osteomyelitis des Schien- und Schlüsselbeins wird erfolgreich mit einem autoplastischen cortico-spongiösen Span aus der nicht befallenen Tibia behandelt. Die Befestigung des Spans erfolgte mit 2 Seidennähten. Die postoperative stationäre Behandlung belief sich auf 68 Tage; insgesamt betrug sie 101 Tage. Eine Gipsimmobilisation wurde 166 Tage lang für notwendig erachtet. Die Pseudarthrose heilte gut aus.

IV.3. Humeruspseudarthrose:

Ein 5-jähriges Mädchen mit Osteogenesis imperfecta mit multiplen Frakturen wird von einer anderen Klinik mit einer Pseudarthrose am rechten Oberarm überwiesen. Bisher wurde die Pseudarthrose nur konservativ versorgt. Im Alter von 5 1/2 Jahren wurde eine AO-Plattenverschraubung durchgeführt. Die stationäre Behandlung betrug 136 Tage, davon 113 postoperativ. Ein Gips wurde 140 Tage lang getragen.

Die Pseudarthrose erscheint gut durchgebaut; jedoch ist gerade bei der Osteogenesis imperfecta die Recidivgefahr sehr groß, sodaß immer wieder eine Refraktur befürchtet werden muß.

IV.4. Unterarm pseudarthrose:

Es wird über 2 Fälle mit kindlicher Unterarmpseudarthrose berichtet.

Beim ersten Patienten mit Defekt des linken Radius und Verbiegung der Ulna wurde eine Korrekturosteotomie der linken Ulna mit einem Plättchen aus dem AO-Feinstfragment-instrumentarium und eine Spantransplantation zur Ausheilung der Radiuspseudarthrose durchgeführt .
(siehe Kasuistik V.2.)

Der zweite Patient war ein 11-jähriger Junge mit distaler isolierter Radiuspseudarthrose.

Die in Fehlstellung verheilte Pseudarthrose wurde durch eine Osteotomie und Kirschnerdraht ausgeheilt.

IV.5. Femur pseudarthrose:

IV.5.1. Lokalisation der Oberschenkel pseudarthrose:

Die Mehrzahl der Oberschenkel pseudarthrosen in unserem Untersuchungsgut entstanden posttraumatisch und befinden sich in Schaftmitte (Tab. 4) (Abb.21).

Lokalisation der Oberschenkel-
pseudarthrose

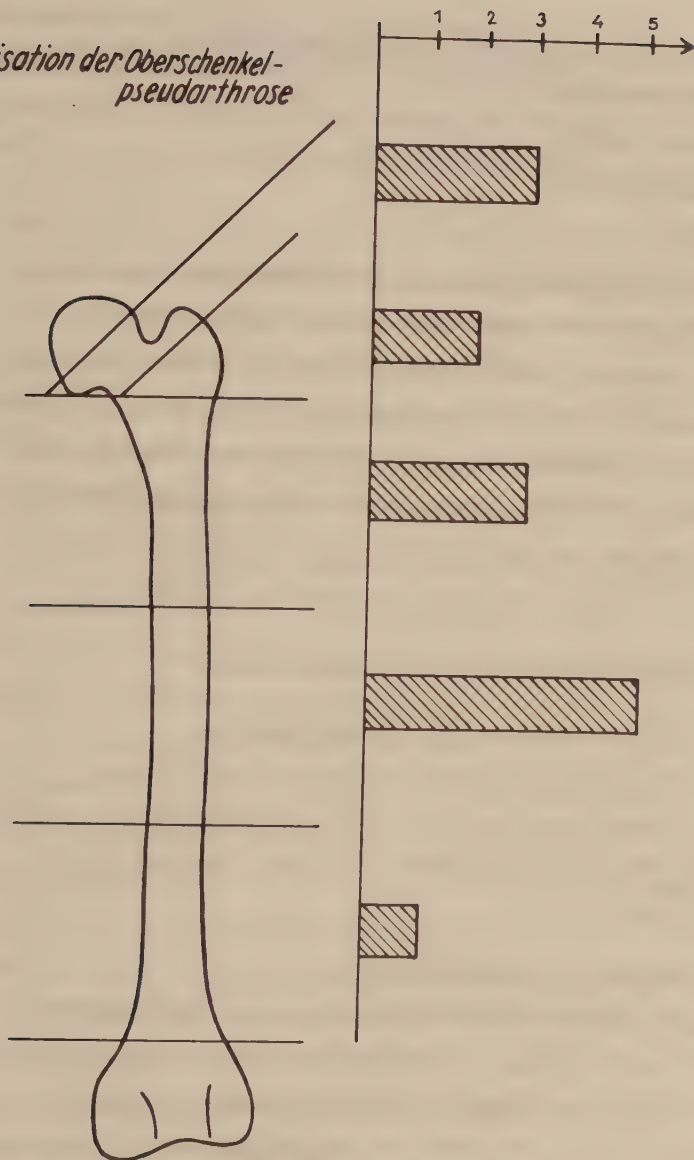


Tabelle 4: Lokalisation der Pseudarthrosen:

Oberschenkelhals	:	3
intertrochantär	:	2
<u>Schenkelschaft</u>	:	9
gesamt	:	14

Nur 2 der 14 Pseudarthrosen befanden sich zwischen den Trochanteren und entwickelten sich postoperativ nach Derotationsvarisierungsosteotomien und Acatabuloplastik bei angeborener Hüftluxation.

Bei den 3 Schenkelhalspseudarthrosen war eine auf eine unzureichende Versorgung einer Fraktur zurückzuführen; die anderen beiden Pseudarthrosen entwickelten sich bei einem Patienten mit Coxa vara congenita beidseits.

IV.5.2. Oberschenkelhals:

IV.5.2.1.: Ausheilung der Pseudarthrosen:

Von den 3 Schenkelhalspseudarthrosen heilte eine angeborene, die schon viele Jahre bestand und mit einer VIERNSTEIN-Kompressionsstellschraube behandelt wurde, nicht aus.

IV.5.2.2. Alter der Patienten:

Ein 10-jähriges Mädchen, bei dem sich die Pseudarthrose nach einem Trauma entwickelte, kam 7 Monate danach in die Klinik. Der Junge mit den angeborenen Schenkelhalspseudarthrosen kam erst mit 98 Monaten, obwohl oder weil er nie richtig laufen lernte. Da 2 der 3 Schenkelhals-

pseudarthrosen angeboren waren, traten die Schenkelhalspseudarthrosen im Vergleich zu den gesamten Oberschenkelpseudarthrosen, die im Schnitt mit 7 Jahren auftraten, früher auf (siehe Abb.22).

IV.5.2.3. Zahl der Operationen und Operationsmethoden:

Bei jeder der Schenkelhalspseudarthrosen wurde nur eine Operation ausgeführt. (siehe Tab. 5, Abb.23).

Tabelle 5: Operationsmethoden:

A0-Osteosynthese und Autoplastik	1 Pseudarthrose
Kompressionsstellschraube	2 Pseudarthrosen

Bei einem 10-jährigen Mädchen wurde eine Schenkelhalspseudarthrose mit einem Verschiebespan und einer A0-Platte knöchern durchbaut. Die stationäre Behandlung betrug 45 Tage, davon waren 14 Tage postoperativ.

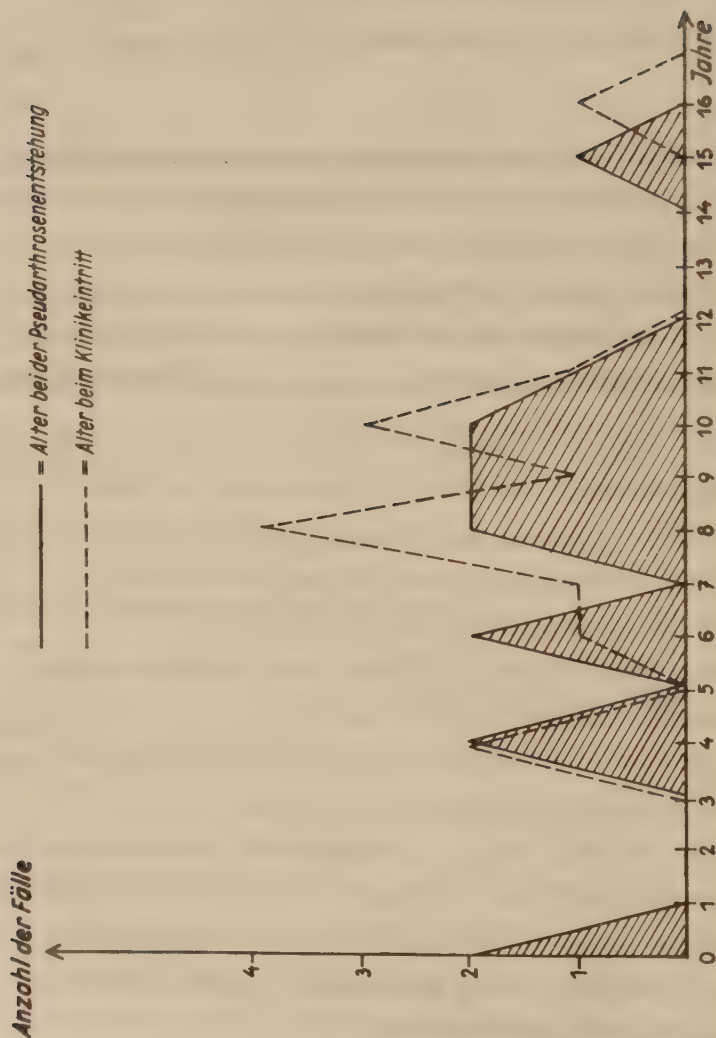
Die Gipsimmobilisation betrug 84 Tage.

Der 8-jährige Junge mit angeborener Schenkelhalspseudarthrose beidseits wurde zuerst auf der rechten Seite, dann links mit einer Viernstein-Kompressionsplatte behandelt. Die stationäre Behandlung belief sich hier auf 165 Tage, davon 157 Tage nach der Operation der rechten Pseudarthrose. (siehe Abb.24). Die Gipsfixation belief sich auf 150 Tage.

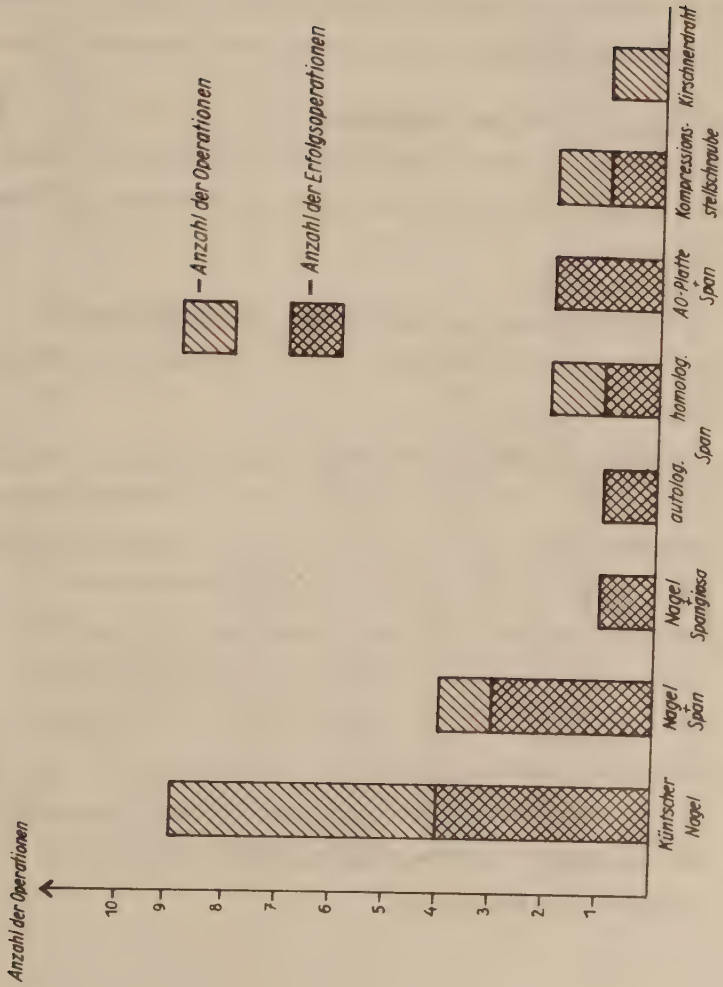
Während sich auf der rechten Seite die Pseudarthrose nach 6 Wochen bereits durchzubauen begann, blieb eine Konsolidation der linken aus.

Abb. 22

Oberschenkelpseudoarthrosen im Wachstumsalter



Operationenmethoden bei den Oberschenkelgelenkthrosen



IV.5.3. Intertrochantäre

Pseudarthrosen:

IV.5.3.1. Ausheilung:

Alle beiden postoperativ entstandenen intertrochantäre Oberschenkel pseudarthrosen bauten sich knöchern durch.

IV.5.3.2. Alter der Patienten:

Die Pseudarthrosen traten bei den Patienten im Alter von 4 und 6 Jahren auf und wurden bald darauf operativ behandelt.

IV.5.3.3. Anzahl der Operationen und die Methoden:

Bei beiden Patienten wurde je eine Pseudarthrosenoperation ausgeführt (siehe Tab.6).

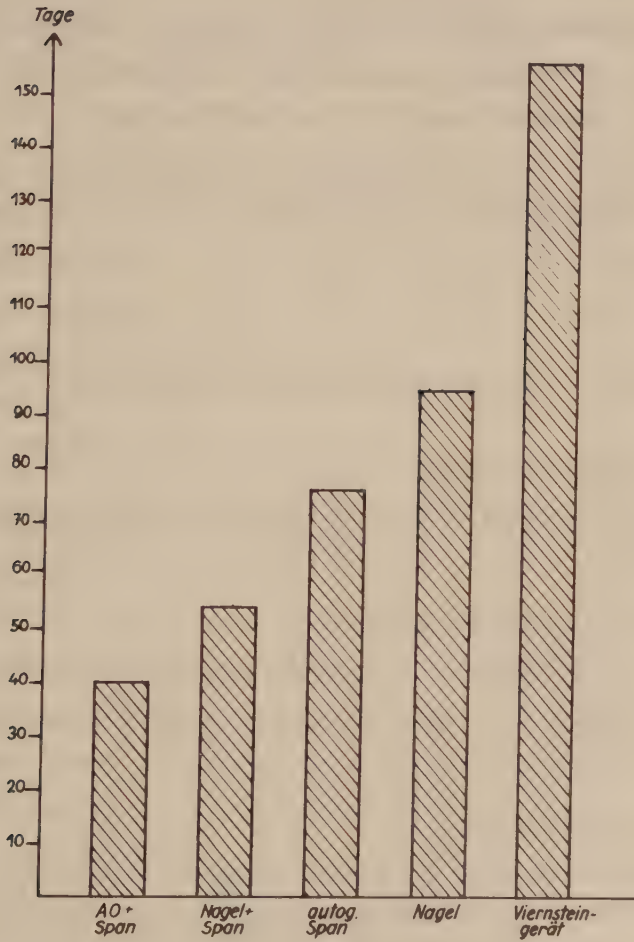
Tabelle 6: Art der Operationen:

AO-Kinderhüftplatte und Autoplastik: 1 Pseudarthrose

Autoplastik : 1 Pseudarthrose

Bei einer Patientin wurde die intertrochantären Pseudarthrose, die sich nach einer Varisierungs- und Derotationsosteotomie bildete, durch eine Spanplastik aus dem Beckenkamm knöchern ausgeheilt. Die stationäre Behandlung betrug 157 Tage, davon 93 Tage post operationem. Der Gipsverband wurde 71 Tage getragen; die augenblickliche Beinverkürzung beträgt 1,5 cm. (siehe Kasuistik V.3.).

*Stationäre Behandlung nach der Erfolgsoperation
bei der Oberschenkel pseudarthrose*



Bei einem 4-jährigen Mädchen führte eine Unterstellungsoperation, die nach einer Derotationsvarisierungsosteotomie ausgeführt wurde, ebenfalls zu einer kindlichen intertrochantären Pseudarthrose, die durch eine AO-Kinderhüftplatte und einem autoplastischen Beckenkammspan erfolgreich behandelt werden konnte. Die stationäre Behandlung betrug hier 72 Tage, davon 66 nach der Pseudarthrosenoperation. Der Gipsverband wurde 75 Tage getragen.

IV.5.4. Oberschenkelschaft:

IV.5.4.1. Ausheilung:

Alle 9 Schenkelschaftpseudarthrosen bauten sich knöchern durch.

IV.5.4.2. Alter der Patienten:

Die Pseudarthrose trat im Schnitt bei den 9 Patienten mit 8,8 Jahren auf; die Behandlung in der Orthopädischen Klinik begann im Schnitt mit 9,3 Jahren.

IV.5.4.3. Operationen:

Um eine Ausheilung der Schaftpseudarthrosen zu erreichen, wurden zusammen mit den auswärtigen Operationen im Schnitt 2 Operationen ausgeführt. (Tab.7).

Tabelle 7: Zahl der insgesamt ausgeführten Operationen:

1 Operation	:	3 Pseudarthrosen
2 Operationen	:	3 Pseudarthrosen
3 Operationen	:	3 Pseudarthrosen

An unserer Klinik wurden insgesamt 17 Operationen ausgeführt. Wie aus Tabelle 8 ersichtlich, hält der

Tabelle 8: Operationsmethoden der Klinik:

	Operationen:	Erfolge:
KÜNTSCHER-Marknagel	: 9	4
Marknagel und Span	: 4	3
Marknagel und Spongiosa	: 1	1
homologer Span	: 2	1
<u>Kirschnerdraht</u>	: <u>1</u>	<u>1</u>
<u>gesamt</u>	: <u>17</u>	<u>9</u>

KÜNTSCHER-Marknagel am Oberschenkel eine zentrale Stellung inne: 14 Operationen, also 82 % der an der Klinik durchgeführten Operationen, wurden mit dieser Methode ausgeführt und 88% der Erfolge erzielt.

Dabei wurde der KÜNTSCHER-Marknagel 9 mal allein angewandt und 4 Erfolge damit erzielt. Mit der Kombination von Marknagelung und Spananlagerung, die bei den atrophischen Pseudarthrosen indiziert ist, und 4 mal zur Anwendung gelangte, konnten 3 Pseudarthrosen ausgeheilt werden. Auch eine KÜNTSCHER-Marknagelung zusammen mit autoplastischer Spongiosaanlagerung führte zum Durchbau.

Von 2 homologen Spanoperationen führte nur eine zum Erfolg. Einmal wurde eine Kirschnerdrahtung ohne Erfolg durchgeführt.

Insgesamt betrug die stationäre Behandlung der Schenkelschaftpseudarthrosen im Schnitt 122 Tage gegenüber 114 Tage bei der intertrochantären Pseudarthrose.

IV.5.4.4. Postoperative stationäre Behandlung und

Gipsimmobilisation:

Die stationäre Behandlungsdauer nach der Erfolgsoperation war recht unterschiedlich, (Abb. 24, Tab. 9), da auch verschiedene exogene Faktoren, wie die häuslichen Verhältnisse etc. berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 9: Postoperative stationäre Behandlung:

(im Schnitt)

KÜNTSCHER-Marknagel und Span	:	54 Tage
homologer Span	:	59 Tage
KÜNTSCHER-Marknagel	:	95 Tage
KÜNTSCHER-Marknagel und Spongiosa	:	136 Tage

Von exogenen Faktoren unabhängiger ist die Gipsimmobilisation: (Tab. 10)

Tabelle 10: Postoperative Gipsimmobilisation:

(im Schnitt)

KÜNTSCHER-Nagel und Span	:	30 Tage
KÜNTSCHER-Nagel	:	41 Tage
KÜNTSCHER-Nagel und Spongiosa	:	92 Tage
homologer Span	:	141 Tage

IV.6. Unterschenkel pseudarthrose:

IV.6.1. Allgemein:

IV.6.1.1. Ätiologie der Unterschenkel pseudarthrose:

Im Gegensatz zu allen anderen Pseudarthrosen sind am Unterschenkel die meisten, nämlich 76% congenital. Wie aus Tab. 11 hervorgeht, sind die restlichen 10 Pseudarthrosen je zur Hälfte auf ein Trauma und auf eine kindliche Osteomyelitis zurückzuführen.

Tabelle 11: Ätiologie der Pseudarthrosen:

congenital	:	31
posttraumatisch	:	5
<u>postosteomyelitisch</u>	:	<u>5</u>
<u>gesamt</u>	:	<u>41</u>

IV.6.1.2. Ausheilung der Unterschenkel pseudarthrosen:

68 % der Unterschenkel pseudarthrosen bauten sich knöchern durch. Von den 31 angeborenen Unterschenkel pseudarthrosen

sind 15 ausgeheilt, von den posttraumatischen und postosteomyelitischen sind es je 3 (siehe Tab.12)

Tabelle 12:Heilung der Pseudarthrosen:

congenitale	Pseudarthrosen:	15
posttraumatische	Pseudarthrosen:	3
postosteomyelitische	Pseudarthrosen:	<u>3</u>
gesamt	:	<u>21</u>

Bemerkenswert erscheint, daß eine "restitutio ad integrum" selten ist, da bei einer Heilung der Pseudarthrose zwar die Pseudarthrose knöchern durchgebaut ist, meistens aber eine Funktionseinschränkung zurückbleibt.

IV.6.1.3. Lokalisation der Unterschenkel-pseudarthrose:

Die Lokalisation der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose war in 19 Fällen an typischer Stelle, nämlich am Übergang zwischen mittlerem und distalem Drittel des Unterschenkels. (Abb.25). Wie aus Tab.13 hervorgeht, befanden sich auch hier die meisten posttraumatischen Pseudarthrosen. Die restlichen 12 angeborenen Pseudarthrosen waren bis auf eine Ausnahme im mittleren Drittel lokalisiert. Die Mehrzahl der postosteomyelitischen Pseudarthrosen befand sich ebenfalls in Schaftmitte.

Tabelle 13: Lokalisation der Unterschenkelpseudarthrose:

C = congenital

PT = posttraumatisch

PO = postosteomyelitisch

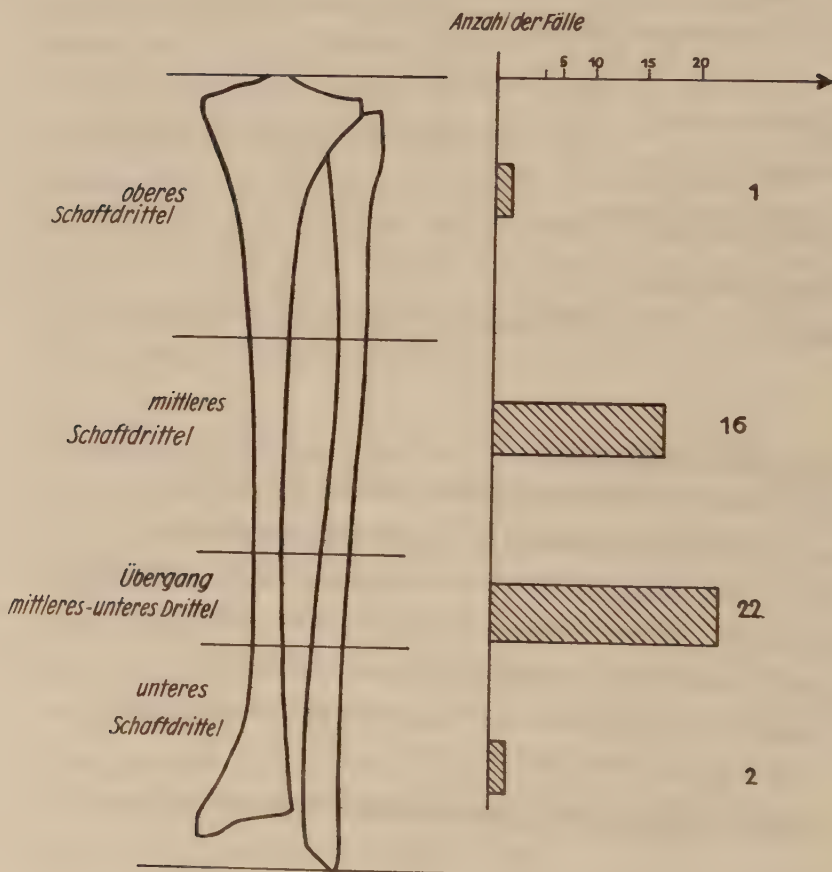
	C	PT	PO
oberes Drittel	: -	-	1
mittleres Drittel	: 11	2	3
Übergang mittleres- unteres Drittel	: 19	3	-
<u>unteres Drittel</u>	: <u>1</u>	=	<u>1</u>
<u>gesamt</u>	: <u>31</u>	5	5

IV.6.1.4. Operationen:

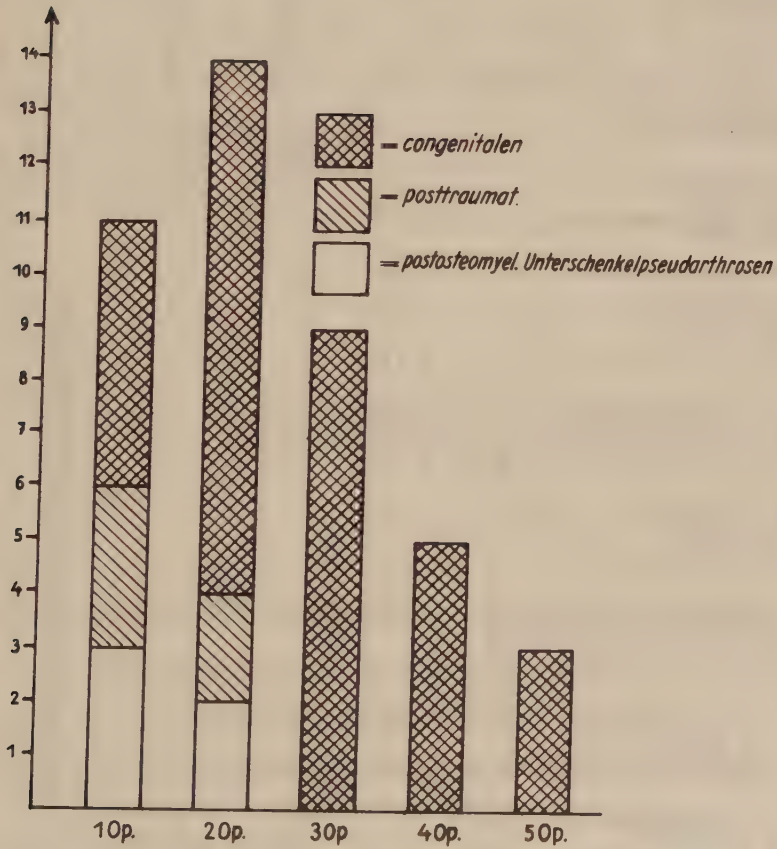
Die Unterschenkelpseudarthrosen und vor allem die congenitalen Pseudarthrosen erforderten die meisten operativen Eingriffe. Zählt man die auswärts durchgeführten Eingriffe zu den hiesigen dazu, so kommt man bei den posttraumatischen im Schnitt auf 2,0 und bei den congenitalen sogar auf 2,8 Eingriffe pro Pseudarthrose. (Abb. 26). (Tab. 14).

Tabelle 14: insgesamt durchgeführte Operationen:

	C	PT	PO
1 Operation	: 5	3	3
2 Operationen	: 10	2	2
3 Operationen	: 9	-	-
4 Operationen	: 5	-	-
5 Operationen	: 3	-	-

Lokalisation der Unterschenkel pseudarthrosen

Zahl der ausgeführten Operationen bei



An der Orthopädischen Klinik wurden davon 65 Operationen durchgeführt (Tab.15).

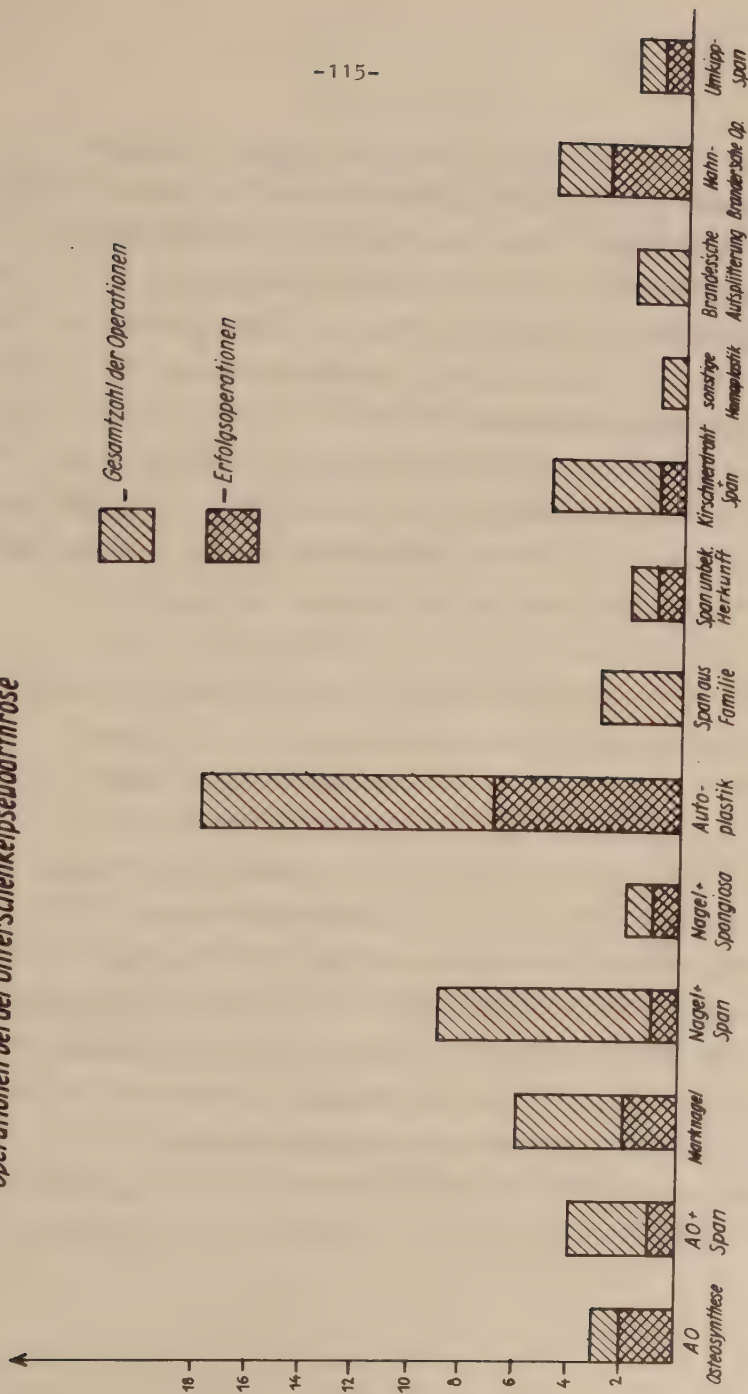
Tabelle 15: Operationen bei der Unterschenkelpseudarthrose:
(Erfolge in Klammern)

	C	PT	PO
Autoplastik	14 (4)	3(2)	1 (1)
Span aus der Familie	2	-	1
Span unbekannter Herkunft	2 (1)	-	-
Homoplastik	1	-	-
Umkipplastik	1	1 (1)	-
HAHN'sche Operation	2 (1)	-	3 (2)
KÜNTSCHER-Nagel	6 (2)	-	-
KÜNTSCHER-Nagel und Span	7 (1)	1	1
Nagel und Spongiosa	2 (1)	-	-
AO-Osteosynthese	3 (2)	-	-
AO-Osteosynthese und Span	4 (1)	-	-
Kirschnerdraht und Span	5 (1)	-	-
Aufsplitterung	2	-	-
Cerclage	3 (1)	-	-

37% aller Operationen, nämlich 24 Operationen, waren alleinige Spantranplantationen. (siehe Abb.27).

An der zweiten Stelle lagen mit 17 Operationen die KÜNTSCHER-Marknagelungen. AO-Osteosynthesen wurden 7 mal durchgeführt. Die Autoplastik, die 18 mal zur Anwendung gelangte, führte in 7 Fällen zum Erfolg.

Operationen bei der Unterschenkelpseudarthrose



Der Span von einem Elternteil, der zweimal angewandt wurde, lieferte nur bei einem Patienten ein gutes Ergebnis. Bei 2 Operationen konnte die Herkunft des Spanes nicht mehr sicher ermittelt werden; eine Pseudarthrose heilte dabei aus. Die Homoplastik wurde nur einmal ausgeführt, leider mit unbefriedigendem Ergebnis.

Die alleinige KÜNTSCHER-Marknagelung führte in 2 von 6 Fällen zur Ausheilung der Pseudarthrose. Der KÜNTSCHER-Marknagel wurde in den allermeisten Fällen von distal her eingeschlagen. Wurde er von proximal her eingetrieben, so fixierte man auch die Fußgelenke durch tiefes Eintreiben des Nagels nach distal. In Kombination mit einem Span wurde nur eine Ausheilung erzielt, obwohl diese Kombination bei 9 Patienten versucht wurde.

Zusammen mit der Spongiosaanlagerung führte der KÜNTSCHER-Nagel in einem Fall zur Ausheilung, in einem anderen Fall blieb der knöcherne Durchbau aus.

Die alleinige AO-Osteosynthese, die 3 mal angewandt wurde, heilte 2 Pseudarthrosen aus; in Verbindung mit einem Span lieferte sie nur bei einem Patienten ein gutes Ergebnis, obwohl diese Operationsmethode bei 4 atrophischen Pseudarthrosen angewandt wurde.

Die Kombination eines Kirschnerdrahtes mit einem Span lieferte nur in einem von 5 Fällen ein gutes Ergebnis.

Die Operation nach HAIN-BRANDES ,die 5 mal zur Anwendung gelangte,lieferte dreimal,darunter bei 2 postosteomyelitischen Pseudarthrosen gute Ergebnisse. Mit der Umkipplastik konnte eine posttraumatische,nicht aber eine angeborene Pseudarthrose ausgeheilt werden.

Obwohl sich eine congenitale Pseudarthrose durch eine Cerclage durchbaute,kann dieses Verfahren neben der Aufsplitterung bei der Behandlung der congenitalen Pseudarthrose als überholt betrachtet werden.

IV.6.2. C o n g e n i t a l e P s e u d a r t h r o s e :

IV.6.2.1.Ausheilung:

Bei 48% unserer Fälle,nämlich bei 15 Patienten konnte eine knöcherne Durchbauung der Pseudarthrose erzielt werden.Darunter war ein einziger Patient mit einer Neurofibromatose v.RECKLINGHAUSEN.Bei den 16 Patienten ohne Heilung der Pseudarthrose waren jedoch 4 Patienten mit der Neurofibromatose behaftet,sodaß beim Auftreten der beiden Erkrankungen beim gleichen Patienten die Heilungschancen sich zu verringern scheinen, 16 %,nämlich 5 Patienten mußten schließlich amputiert werden.

Tabelle 16:Heilungsergebnisse:

	MIT	OHNE NEUROFIBROMATOSE	gesamt:
Ausheilung	1	14	15
keine Ausheilung	4	12	16
davon amputiert	2	3	5

IV.6.2.2.Alter des Patienten bei der Pseudarthrosenent-
stehung:

Das Alter des Patienten bei der Pseudarthrosenerkennung betrug im Schnitt 1 Jahr:

Tabelle 17:

bei der Geburt:	4
bis 1 Jahr :	10
1-2 Jahre :	4
2-3Jahre :	1
3-4 Jahre :	1
4-5 Jahre :	1
unbekannt :	<u>10</u>
gesamt :	<u>31</u>

IV.6.2.3.Geschlechtsverhältnis bei der angeborenen
Pseudarthrose:

Die Geschlechtsverteilung der congenitalen Unterschenkel - pseudarthrose erwies sich als unauffällig,da das Ver-

hältnis der beiden Geschlechter ungefähr gleich war:

Tabelle 18: Geschlechtsverteilung:

männlich :	19
weiblich :	22

IV.6.2.4. Ausmaß der angeborenen Unterschenkel pseudarthrose:

In 61% der Fälle, nämlich bei 19 Patienten war eine Läsion der Tibia und der Fibula festzustellen.

Bei 11 Patienten bestand nur eine Pseudarthrose der Tibia und bei einem Patienten konnte die Pseudarthrose nur an der Fibula nachgewiesen werden.

Tabelle 19:

Läsion der Tibia	:	11
Läsion von Tibia und Fibula	:	19
Läsion der Fibula	:	1

IV.6.2.5. Status der Tibia bei der Pseudarthrosenerkennung:

Soweit noch feststellbar, war bei den meisten Patienten anfangs nur eine Verbiegung feststellbar. Erst später bildete sich dann in allen Fällen die Fraktur aus.

Tabelle 20:

Verbiegung :	15
Fraktur :	6
unbekannt :	10

IV.6.2.6.Seitigkeit der Pseudarthrose:

Da von einigen Autoren die besondere Anfälligkeit der linken Extremität betont wird,erschien es wichtig,auch die Seitigkeit der betroffenen Extremität zu untersuchen. Bei unseren Patienten konnte jedoch kein Überwiegen der linken Seite,sondern eher ein schwaches Überwiegen der rechten Extremität nachgewiesen werden.

Tabelle 21:

RECHTS	:	17
LINKS	:	14
BEIDSEITS	:	-

IV.6.2.7.Zahl der Operationen und der Erfolgsoperationen:

Bei der congenitalen Unterschenkelpseudarthrose waren pro Patient die meisten Operationen erforderlich,nämlich 2,8.Bei den geheilten 15 Patienten erfolgte die Heilung im Schnitt nach 2,4 Operationen.

Tabelle 22:Zahl der insgesamt durchgeführten Operationen:

1 Operation	:	5 Patienten
2 Operationen	:	9 Patienten
3 Operationen	:	9 Patienten
4 Operationen	:	5 Patienten
5 Operationen	:	3 Patienten

Tabelle 23: Die Erfolgsoperation war die

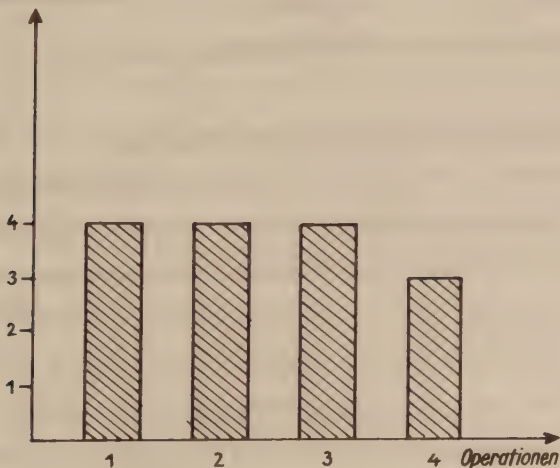
1.Operation	bei	4 Patienten
2.Operation	bei	4 Patienten
3.Operation	bei	4 Patienten
4.Operation	bei	3 Patienten

siehe Abb. 28

Abb.28

*Anzahl der Operationen, nach denen eine Heilung der
cong. Unterschenkel pseudarthrose erreicht wurde*

Anzahl der Patienten



IV.6.2.8. Alter des Patienten bei der Erstoperation:

Bei den Patienten mit einer congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose betrug das Durchschnittsalter bei der Erstoperation 4 Jahre.

Tabelle 24: Die Erstoperation fand statt mit

1 Jahr :	6 Patienten
2 Jahren :	3 Patienten
3 Jahren :	4 Patienten
4 Jahren :	6 Patienten
5 Jahren :	6 Patienten
6 Jahren :	1 Patient
7 Jahren :	1 Patient
8 Jahren :	1 Patient
10 Jahren :	1 Patient
12 Jahren :	1 Patient
<u>unbekannt :</u>	<u>1 Patient</u>
<u>gesamt :</u>	<u>31 Patienten</u>

IV.6.2.9. Zeitpunkt der Erfolgsoperation:

Bei 12 der 15 Patienten war der Zeitpunkt der Erfolgsoperation eruierbar. Sie erfolgte im Schnitt 3 Jahre später als die Erstoperation, nämlich im 7. Lebensjahr.

Tabelle 25: Die geglückte Operation erfolgte mit

2 Jahren :	2 Patienten
4 Jahren :	2 Patienten
5 Jahren :	1 Patient
7 Jahren :	3 Patienten
9 Jahren :	1 Patient
12 Jahren :	1 Patient
14 Jahren :	1 Patient
15 Jahren :	1 Patient

IV.6.2.10. Behandlungsmethoden bei der angeborenen

Unterscherkelpseudarthrose:

Die häufigste Operation bei der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose war die alleinige Spantransplantation.

Sie wurde 19 mal durchgeführt und baute 5 Pseudarthrosen durch. 4 der 14 autoplastischen Spantransplantationen waren erfolgreich. Weder mit einem Span von einem Familien-angehörigen noch mit einem sonstigen homoplastischen Span konnte der Durchbau einer Pseudarthrose erreicht werden. Eine der beiden Pseudarthrosen, die mit einem unbe-kannten Span operiert wurden, heilte aus.

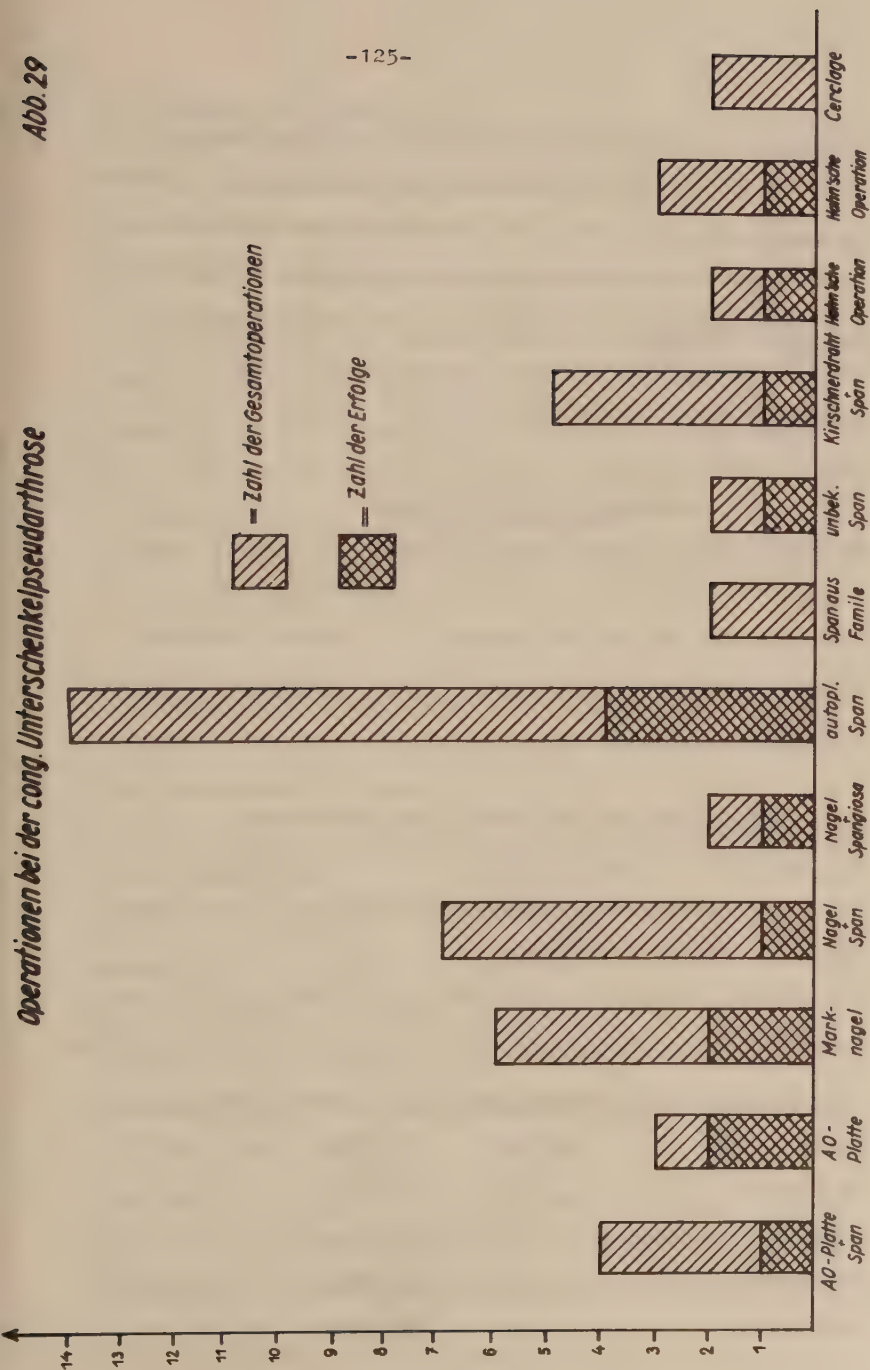
Durch die KÜNTSCHER-Marknagelung, die 13 mal ausgeführt wurde, heilten 4 Pseudarthrosen aus. Obwohl 7 mal versucht wurde, die congenitale Unterschenkel-pseudarthrose mit dem KÜNTSCHER-Nagel in Kombination mit einem Span zu heilen, gelang dies nur in einem einzigen Fall. Die alleinige Marknagelung erfüllte nur in 2 von 6 Fällen die in sie

Tabelle 26: Operationsmethoden bei der angeborenen

Unterschenkel pseudarthrose:

	Operationen:	Erfolge:
autoplastischer Span	14	4
Span aus der Familie	2	-
sonstiger homoplastischer Span	1	-
Span unbekannter Herkunft	2	1
Kirschnerdraht und Span	5	1
KÜNTSCHER-Nagel	3	2
KÜNTSCHER-Nagel und Span	7	1
KÜNTSCHER-Nagel und Spongiosa	2	1
AO-Platte	3	2
AO-Platte und Span	4	1
Operation nach HAHN-BRANDES	2	1
Umkipplastik	1	-
Cerclage	3	1
Aufsplitterung	2	-
<u>Tibiaosteotomie</u>	<u>5</u>	<u>-</u>

gesetzten Erwartungen. Die Nagelung zusammen mit Spongiosaanlagerung, die zweimal zur Anwendung gelangte, heilte nur in einem Fall die Pseudarthrose aus. Die AO-Verplattung - 7 mal ausgeführt - sorgte dreimal für den knöchernen Durchbau; die AO-Platte in Verbindung mit einem Span heilte nur in einem von 4 Fällen die Pseudarthrose. Mit der Kirschnerdrahtung gelang es nur



in einem von 5 Fällen. Die Operation nach HAHN-BRANDES führte bei einem von 2 Patienten zum Durchbau der Pseudarthrose. Auch mit einer Cerclageoperation konnte eine Pseudarthrose ausgeheilt werden. Mit der alleinigen Tibiaosteotomie, der Aufsplitterung oder der Umkipplastik konnten jedoch keine Erfolge erzielt werden. (Abb. 29) (Tab. 26).

IV.6.2.11. Vorausgegangene Behandlung:

26 der 31 Patienten mit einer angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose wurden vor der Einlieferung in die Orthopädische Klinik im Schnitt in 2 anderen Kliniken behandelt; bei 16 Patienten wurde dabei im Schnitt zweimal operiert.

IV.6.2.12. Stationärer Aufenthalt der Patienten:

Der durchschnittliche Aufenthalt von 25 Patienten mit einer congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose betrug 273 Tage, also fast 9 Monate. Wie Tab. 27 zeigt, war die stationäre Behandlungsdauer nach der jeweiligen Erfolgsoperation eine sehr unterschiedliche:

Tabelle 27: postoperative stationäre Behandlung:

Autoplastik	:	37 Tage
AO-Platte	:	45 Tage
AO-Platte und Span	:	48 Tage
KÜNTSCHER-Nagel	:	76 Tage
Cerclage	:	155 Tage

Fortsetzung der Tabelle 27:

Marknagel und Spongiosa : 171 Tage

HAHN-BRANDES'sche Operation: 172 Tage

(im Schnitt)

Am kürzesten war die postoperative stationäre Behandlungsdauer bei der autoplastischen Spantransplantation, am längsten bei der Einpflanzung des Waden- in das Schienbein. Die AO-Osteosynthesen erfordern im Schnitt einen kürzeren Klinikaufenthalt als die Marknagelungen. Insgesamt betrug die postoperative stationäre Behandlung im Schnitt 131 Tage.

IV.6.2.13. Gipsimmobilisation nach der Erfolgsoperation:

In Tabelle 28 wird die unterschiedliche postoperative Gipsimmobilisation dargestellt:

Tabelle 28:

AO-Osteosynthese : 79 Tage

HAHN'sche Operation : 131 Tage

Autoplastik : 133 Tage

AO-Osteosynthese und Span: 167 Tage

Marknagel und Spongiosa : 171 Tage

Marknagel : 358 Tage

Kirschnerdraht und Span : 554 Tage

Cerclage : 560 Tage

Am kürzesten ist die Gipsimmobilisation bei der AO-Osteosynthese. Die siebenfache Zeit war dagegen bei der Cerclage-

operation erforderlich. Durchschnittlich betrug die Gipsimmobilisation nach der Erfolgsoperation 269 Tage.

IV,6.2.14.Verbiegung der betroffenen Extremität vor und nach der Behandlung:

Seitwärtsverbiegung:

Bei 10 geheilten Patienten bestand vor der Behandlung eine Varusfehlstellung von durchschnittlich 23° , nach der erfolgreichen Behandlung konnte noch bei 5 Patienten eine Varusverbiegung von durchschnittlich 15° festgestellt werden.

Bei 3 der geheilten Patienten stand die Extremität vor der Behandlung in einer Valgusstellung von durchschnittlich 15° , nach der Behandlung, also in geheiltem Zustand, betrug sie bei 5 Patienten durchschnittlich 8° .

Bei 10 nicht geheilten Patienten stand die Extremität in einer Varusfehlstellung von durchschnittlich 14° vor der Behandlung, und bei 5 Patienten in einer Fehlstellung von durchschnittlich 12° im jetzigen Zustand oder nach erfolgloser abgeschlossener Behandlung.

Eine Valgusverbiegung konnte bei 2 nicht geheilten Patienten vor der Behandlung von durchschnittlich 13° beobachtet werden, im jetzigen Zustand beträgt sie bei 4 Patienten im Schnitt 18° .

Es zeigt sich, daß die ursprünglich vorhandene Varusfehlstellung auf die Prognose der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose keinen Einfluß hat, da die geheilten Patienten zu Beginn der Behandlung durchschnittlich sogar eine größere Varusfehlstellung hatten, nämlich 23° , als die Patienten, bei denen alle Operationen fehlschlagen. Bei diesen betrug die durchschnittliche Fehlstellung nur 14° . Bei den geheilten Pseudarthrosen betrug die Varusfehlstellung am Ende der Behandlung im Schnitt immer noch 15° , bei den nicht ausgeheilten beträgt dagegen die augenblickliche Fehlstellung durchschnittlich nur 12° .

Umgekehrt ist es bei der Valgusfehlstellung.

Die geheilten Pseudarthrosen hatten ursprünglich eine Valgusverbiegung von im Schnitt 15° , die nicht geheilten von 13° . Nach der Behandlung wiesen die geheilten Pseudarthrosen jedoch nur noch eine Abweichung von durchschnittlich 8° , die nicht ausgeheilten Pseudarthrosen jedoch 18° auf.

Vor- und Rückwärtsverbiegung:

Bei den geheilten Patienten war in 11 Fällen eine Antecurvatio vor der Behandlung von durchschnittlich 19° vorhanden, nach erfolgreicher Behandlung waren es bei 11 Patienten durchschnittlich 11° . Eine Recurvatio fand sich vor der Behandlung nur bei einem später geheilten Patienten; sie betrug 7° . Nach der Behandlung

betrug sie bei 3 inzwischen geheilten Patienten durchschnittlich 10° .

Bei den nicht geheilten Patienten war in 13 Fällen die betroffene Extremität vor der Behandlung um durchschnittlich 20° antecurviert; bei 8 Patienten beträgt sie zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Schnitt 15° .

Die Recurvatio war zu Beginn der Behandlung nur bei einem Patienten anzutreffen, und zwar betrug sie bei dem Patienten, der nicht ausgeheilt werden konnte, 10° .

Nach der Behandlung oder im Augenblick ist die Recurvatio bei 2 nicht geheilten Patienten festzustellen: sie beträgt im Schnitt 6° .

IV. 6. 2. 14. Amputation bei angeborener Unterschenkel - pseudarthrose:

5 Patienten, das entspricht 16% unserer Fälle, wurden amputiert. Es wurden jeweils 1, 2, 3, 4 und 5 Operationen durchgeführt, was im Schnitt 3 Operationen ergibt.

Die Amputation erfolgte durchschnittlich im 16. Lebensjahr, nämlich mit 15, 15, 16 und 20 Jahren.

Die Längenunterschiede betrugen vor der Amputation im Schnitt 11,8 cm. Die Indikation für eine Amputation war in allen 5 Fällen gegeben.

IV.6.3. Posttraumatische

Unterschenkel pseudarthrose

IV.6.3.1. Ausheilung:

In der Orthopädischen Klinik wurden 5 Patienten mit kindlicher oder jugendlicher posttraumatischer Unterschenkel pseudarthrose behandelt, 3 davon erfolgreich. Das entspricht einer Quote von 60%.

Tabelle 29:

AUSGEHEILT	:	3
<u>NICHT AUSGEHEILT:</u>		<u>2</u>
<u>gesamt</u>	:	<u>5</u>

IV.6.3.2. Ausmaß der Läsion:

Bei der posttraumatischen Unterschenkel pseudarthrose, die bei 2 Mädchen und 3 Jungen auftrat, und einmal links und viermal rechts lokalisiert war, ist in der Mehrzahl der Fälle im Gegensatz zur angeborenen Unterschenkel pseudarthrose, bei der in den meisten Fällen sowohl eine Pseudarthrose der Tibia als auch der Fibula festzustellen ist, nur eine Läsion der Tibia vorhanden.

Tabelle 30:

Läsion der Tibia	:	4
<u>Läsion der Tibia und Fibula:</u>		<u>1</u>

IV.6.3.3. Alter der Patienten bei Pseudarthrosenentstehung
und bei Klinikeintritt:

Die posttraumatische Unterschenkelpseudarthrose trat im allgemeinen recht spät auf, der Schnitt liegt bei 7,4 Jahren. Die Patienten kamen jedoch erst sehr viel später, nämlich durchschnittlich erst nach weiteren 7 Jahren in die Orthopädische Klinik.

IV.6.3.4. Zahl der durchgeführten Operationen:

Durchschnittlich wurden bei jedem Patienten zusammen mit den auswärtigen Operationen 2 Eingriffe durchgeführt. Dies ist weniger als bei den angeborenen Pseudarthrosen der Fall war.

Tabelle 31:

1 Operation :	2 Patienten
2 Operationen:	2 Patienten
4 Operationen:	1 Patient

IV.6.3.5. Arten der Operationen:

Die autologe Spanplastik führte in 2 von 3 Fällen zur knöchernen Durchbauung der Pseudarthrose.

Die Umkipplastik, die einmal zur Anwendung kam, bewirkte ebenfalls eine Ausheilung. In einer Operation entschied man sich für den KÜNTSCHER-Marknagel, der von distal eingeschlagen wurde, in Kombination mit einem Cialitspan, was jedoch zu keinem Ergebnis führte. Bei allen Erfolgsoperationen wurde eine Fibula-osteotomie ausgeführt.

Abb.30

posttraumatische Unterschenkelpseudoarthrose

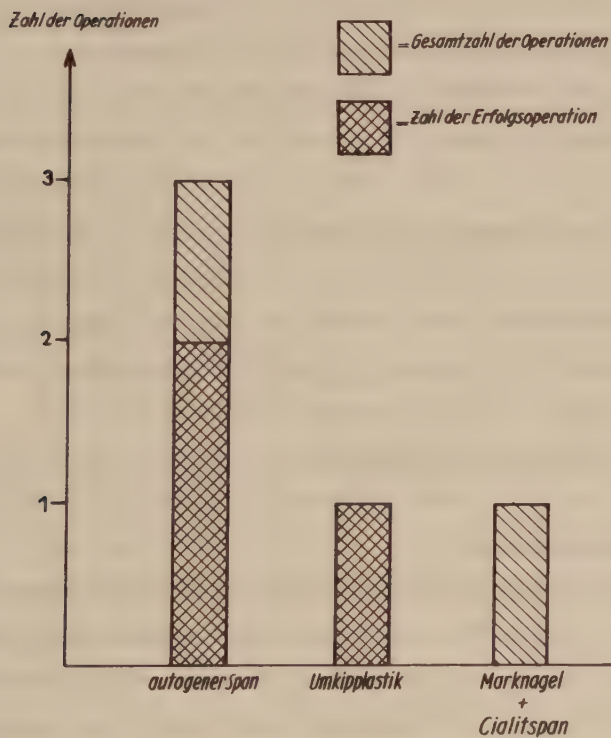


Tabelle 32: Operative Behandlungsmethoden:

	Zahl der Operationen: der Erfolge:	
Umkipplastik	1	1
autogener Span	3	2
Marknagel + Cialitspan	1	-

IV.6.3.6. Stationärer Aufenthalt:

Der stationäre Aufenthalt bei der posttraumatischen Unterschenkel pseudarthrose betrug fast nur ein Drittel der angeborenen, nämlich im Schnitt nur 101 Tage.

Nach der Erfolgsoperation betrug die stationäre Behandlung bei der Umkipplastik 90 Tage und bei der autogenen Spanplastik 166 Tage.

IV.6.3.7. Postoperative Gipsimmobilisation:

Am kürzesten war die postoperative Gipsimmobilisation bei der Umkipplastik: dort betrug sie nur 90 Tage.

Bei der autogenen Spanplastik waren hingegen einmal 212 und einmal 160 Tage Gipsimmobilisation nach der Erfolgsoperation erforderlich.

IV.6.3.8. Amputation:

Bei einem Patienten wurde im Alter von 29 Jahren eine Amputation durchgeführt, nachdem 4 vorhergehende Operationen keine Ausheilung der Pseudarthrose bewirken konnten.

Außerdem bestand ein Längenunterschied von 10 Zentimetern und eine Mißbildung des Fußes.

IV.6.4. Postosteomyelitische

Unterschenkel pseudarthrose:

IV.6.4.1. Ausheilung:

In der Orthopädischen Klinik wurden 5 Patienten mit postosteomyelitischer Unterschenkel pseudarthrose operativ behandelt. Ebenso wie bei der posttraumatischen konnten 60%, nämlich 3 Patienten geheilt werden.

Tabelle 33:

Heilung	:	3
<u>keine Ausheilung:</u>		<u>2</u>
gesamt	:	5

IV.6.4.2. Zeitpunkt der Pseudarthrosenentstehung:

Bei den 3 Patienten, bei denen das Alter bei der Pseudarthrosenentstehung bekannt war, lag der Durchschnitt bei 4 Jahren. Aber erst 5 Jahre später kamen die Patienten zur Behandlung in die Orthopädische Klinik.

IV.6.4.3. Ausmaß der Läsion:

Wie bei der posttraumatischen Unterschenkel pseudarthrose war auch hier meistens nur die Tibia betroffen:

Tabelle 34:

Läsion der Tibia	:	3
Läsion von Tibia +Fibula:		1
Läsion der Fibula	:	1

IV.6.4.4. Zahl der Operationen:

Zur Behandlung der postosteomyelitischen Pseudarthrosen waren verhältnismäßig wenig Operationen erforderlich. 3 Patienten wurden nur einmal operiert, 2 Patienten unterzogen sich 2 Operationen, davon war eine Operation alio loco.

IV.6.4.5. Arten der Operation:

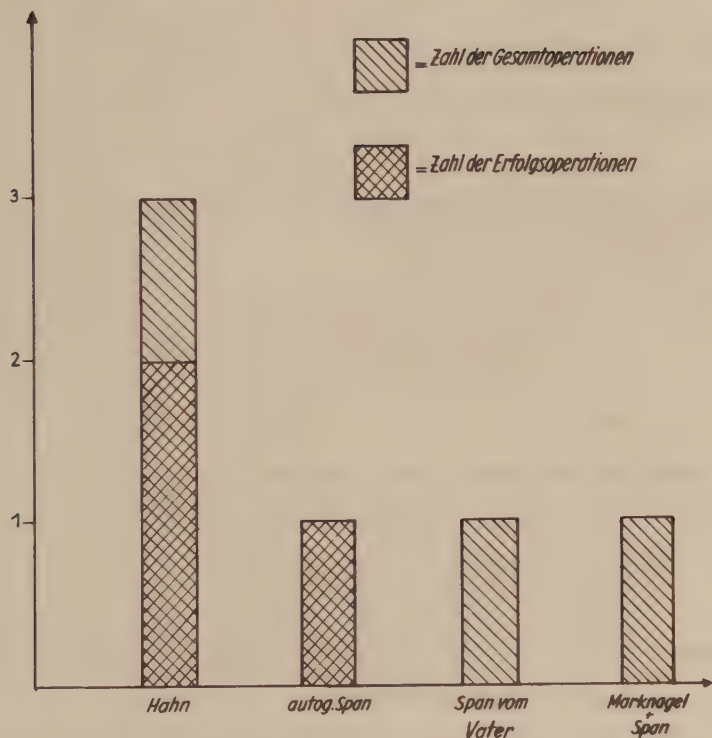
Charakteristisch für die Behandlung der postosteomyelitischen Unterschenkel pseudarthrose ist die Operation nach HAHN-BRANDES. Sie wurde am häufigsten durchgeführt und erbrachte auch die besten Erfolge: von 3 Operationen glückten 2. Auch mit einer Autoplastik konnte hier eine Ausheilung erzielt werden. (Abb 31).

Tabelle 35:

Zahl der Operationen der Erfolge:			
HAHN-BRANDES	:	3	2
autogener Span	:	1	1
Span vom Vater	:	1	-
Marknagel und Span	:	1	-

IV.6.4.6. Stationärer Aufenthalt:

Der stationäre Aufenthalt der Patienten mit einer postosteomyelitischen Unterschenkel pseudarthrose war dreimal solange wie bei den Patienten mit einer posttraumatischen Pseudarthrose. Er betrug im Schnitt 318 Tage.



Nach einer erfolgreichen HAHN-BRANDES'schen Operation waren noch 226 Tage stationäre Behandlung erforderlich. Die Gipsimmobilisation betrug ebenfalls 226 Tage. Durch diese Operation konnte der Längenunterschied, der vor der Operation 7 cm betrug, um 1,5 cm verkürzt werden.

IV.6.4.7. Amputation:

Ein Patient wurde im Alter von 17 Jahren amputiert, nachdem eine Operation nach HAHN-BRANDES fehlgeschlagen war. Bei der Versteifung des Sprunggelenkes, Verkürzung des Unterschenkels, Varusstellung und Spitzfußstellung war die Amputation gerechtfertigt.

V. Kasuistik:

V.1. Claviculapseudarthrose:

S.I., geboren am 13.7.1950

Im Mai 1960 fällt der Mutter eine Schwellung der linken Clavicula ihres 10-jährigen Jungen auf.

Im Juli 1960 wird daraufhin alio loco eine Probe-excision entnommen, die keinen Anhalt auf einen malignen Prozess ergab: "Keine Geschwulst, teilweise recidivierter chronisch entzündlicher Prozess als vielfach fibröse, chronische Osteomyelitis, Ostitis und Periostitis; da und dort noch mit einzelnen kleineren Leukozytenherden in dem weitgehend fibrös gewordenen Mark. Die Corticalis erscheint an manchen Stellen auffallend dünn und an umschriebener Stelle in der Kontinuität unterbrochen und durch derbe kollagene Fasergewebsmassen ersetzt. Anscheinend Überreste einer Fraktion des Knochens."

Bei der Aufnahme am 3.1.1961 in die Orthopädische Klinik hat das Kind keine Beschwerden; makroskopisch ist allerdings eine faustgroße derbe Schwellung erkennbar. Es besteht ein geringgradiger Druckschmerz bei guter Verschieblichkeit der Haut. Röntgenologisch ist eine kolbige Auftreibung der linken Clavicula, vor allem an ihrem medialen Anteil festzustellen. Schichtaufnahmen zeigen das Übergreifen des Prozesses auf das Sterno-

claviculargelenk. Vereinzelt sind auch die Konturen des Sternums unregelmäßig begrenzt.

am 26.1.1961 wird in einer Operation das betroffene Schlüsselbeinstück freigelegt und knapp am Sternoclaviculargelenk reseziert. Der entstandene Defekt wird durch einen Tibiaspan überbrückt, der mit 2 Seidennähten fixiert wird. Insgesamt beträgt die stationäre Behandlung in der Klinik 101 Tage, davon 68 Tage postoperativ. Die Gipsimmobilisation war 166 Tage lang nötig.

Im Juni 1961 zeigte sich im Röntgenbild eine ausreichende Kallusbildung am lateralen Teil des Spans. Medial erscheint der Span verschmälert und am Ende aufgelöst. Bei einer erneuten Untersuchung im Januar 1962 zeigt sich die Ausheilung der Pseudarthrose; der Patient ist völlig beschwerdefrei.

Epikrise:

Wenn auch die Fixation in Form von Seidennähten nach heutigen Gesichtspunkten eine nicht ganz befriedigende Fixation darstellt, so kam es trotzdem, wohl als Folge der Autoplastik, zu einem knöchernen Durchbau der Pseudarthrose.

V.2. Unterarm pseudarthrose:

R.M., geboren am 12.10.1966

Der Junge hielt sich 1968 wegen "tumoriger
Bronchiallymphdrüsentbc" in einer Kinderheilstätte
auf. Dort wurde am 9.5.1968 eine Verbiegung des
rechten Unterarms festgestellt.

Am 31.5.1968 wird vom linken distalen Radius eine
Probeexcision entnommen.



Der histologische Befund des Pathologischen Instituts der Universität Tübingen (Nr. 680 699) lautet:
"Zeichen älterer Blutung im knochenahnen fascienartigen Gewebe".

Bei der Aufnahme am 20.1.1969 in die Orthopädische Klinik ist der linke Unterarm an seiner unteren Drittelgrenze nach radial zu abgewinkelt. Außerdem befindet sich die linke Hand mit dem distalen Unterarm in einer leichten Pronationsstellung. An dem umschriebenen Knick besteht eine abnorme Beweglichkeit, die jedoch nicht schmerzhaft ist.

Röntgenologisch weist der linke Radius distal von der unteren Drittelgrenze einen Defekt auf (siehe Abb.32). Die beiden Fragmente bilden einen nach radial zu offenen Winkel. Sie laufen an den einander zugewandten Flächen jeweils in einer zarten Spitze aus. Die Knochenstruktur des proximalen Radius ist noch circa 1 Zentimeter von der Defektstelle entfernt unregelmäßig. Die Ulna weist an der entsprechenden Stelle eine deutliche, nach radialwärts gerichtete Verbiegung auf. Auf der seitlichen Aufnahme ist eine flachere Verbiegung nach volar zu erkennen.

Am 6.2.1969 erfolgte die Korrekturosteotomie der linken Ulna mit einem Plättchen aus dem Feinstfragmentinstrumentarium und eine autoplastische Spantransplantation an der Radiuspseudarthrose. Aus der rechten Tibia wird ein cortico-spongiöser Span mit den Ausmaßen 8,5 x 0,5 cm

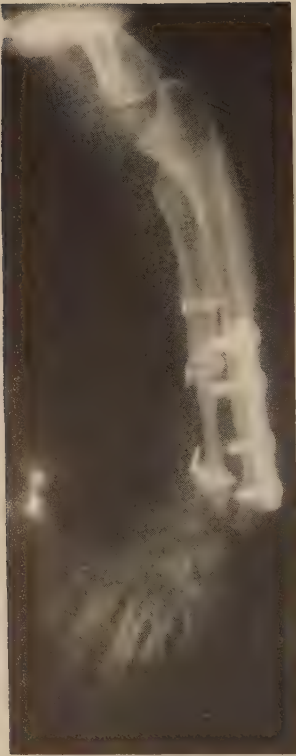


Abb. 33 :
12.6.1969
13 Wochen nach
der Operation



Abb. 34
3.12.1970

entnommen und in das distale Radiusfragment nach Schaffung einer Nute eingebolzt. Die Fixation erfolgte mit Drahtschlingen. (siehe Abb. 33). Die Röntgenaufnahme vom 12.6.1969 zeigt eine starke Radialabduktion der Hand gegenüber dem Unterarm mit deutlichem Ellenvorschub.

Proximal hat sich der Span mit dem Radius durchgebaut.
Distal erscheint die Epiphyse als reiskorngroßer
Schatten nach radial zu isoliert.

Die Ulna ist knöchern durchgebaut.

Am 29.10.1970 wurde die AO-Platte, die völlig in Kallus
eingemauert war, zusammen mit den Drahtschlingen entfernt.
Eine Kontrollaufnahme am 3.12.1970 (siehe Abb. 34) zeigt
die Konsolidation der Osteotomie nach Geräteentfernung
und den Durchbau der Pseudarthrose.

Epikrise:

Der Vorteil einer Kombination von Autoplastik mit den
modernen Osteosyntheseverfahren wird demonstriert.
Nach der Osteotomie der ulna sorgt die AO-Platte für
die nötige Immobilisation, während der corticospongiöse
Span die wichtige osteogene Potenz bereitstellt.

V.3. Intertrochantäre

Schenkelhalspseudarthrose:

S.S., geboren am 4.3.1966

Klinikeintritt am 26.3.1966 wegen Hüftdysplasie und
Subluxation der linken Hüfte. Am 8.5.1968 wird eine
Varisierungsderotationsosteotomie mit Acetabuloplastik
mit einer Keilentnahme von 35° und Fixation der Osteotomie-
flächen mit 3 Kirschnerdrähten angewandt. Wegen Eiter-



Abb. 35:
17.7.1972



Abb. 36:
15.12.1972

Bildung in der Wunde werden die Drähte am 20.6.1968
entfernt. Bei einer erneuten Operation am 31.1.1972 wird
nach einer Keilentnahme von 40° eine Kinderhüftplatte

angeschraubt, die, wie eine Kontrollaufnahme am 11.7.1972 ergibt, ausreißt. Am 17.7.1972 erfolgt eine erneute Varisierungsosteotomie mit einer Keilentnahme von 20°. Fixation mit 4 Kirschnerdrähten (Abb. 35).

Verlaufskontrollen ergeben keine knöcherne Konsolidierung der intertrochantären Osteotomie. Deshalb erfolgte am 17.10. eine Spanplastik. Nach Osteotomie und Kirschnerdrahtentfernung wird aus dem Beckenkamm ein 7 cm langer und 1,5 cm breiter corticospongiöser Span gewonnen, der in das Spanbett über der Pseudarthrose stabil eingelassen wird.

Bereits im November 1972 zeichnet sich der beginnende Durchbau ab. Im Dezember 1972 wird mit der Krankengymnastik begonnen und im Januar 1973 erscheint die Pseudarthrose fest durchgebaut (siehe Abb. 36).

Epikrise:

Bei der unvollständigen Fixation durch Kirschnerdrähte kann es zur Resorption an den Osteotomieflächen kommen; die gekreuzten Kirschnerdrähte verhindern ein Zusammenrücken der Fragmente. Die Ausheilung der Pseudarthrose trat erst nach Entfernung des Osteosynthesematerials und einer autologen Spanplastik auf.

V.4. Angeborene Unterschenkel-
pseudarthrose:

Behandlung mit autoplastischer Spanverpflanzung:

A.R., geboren am 9.4.1934

Als das Kind mit einem Jahr laufen lernte, fiel der Mutter auf, daß sich das linke Bein stark nach innen krümmte.

In der Kinderklinik wurde eine "rachitische Verkrümmung" diagnostiziert und mit Höhensonne, Kalkkur und Lebertran therapiert. Als keine Besserung eintrat, führte man im Mai 1938 eine offene Osteotomie und im September 1938 eine Spanoperation durch. Dem Kind wurde anschließend 11 1/2 Monate ein Gips angelegt und ein Apparat angepaßt.

Als dieser zu klein wird, kommt das Kind in die Orthopädische Klinik. Beim Eintritt im März 1949 findet sich eine Schwäche und Verkürzung des linken Beins. Eine Knickstellung mit deutlichem Wackeln besteht unterhalb der Mitte im Varussinne.

Röntgenologisch ist eine Pseudarthrose am Übergang zum unteren Drittel des Unterschenkels mit hochgradiger Varusverbiegung feststellbar. Tibia und Fibula sind vor allem im Bereich der Pseudarthrose stark dysplastisch (Abb. 37). Bei der Operation am 27.4.1949 wurde die Pseudarthrose reseziert und das dicknarbig veränderte Periost nach Möglichkeit entfernt. Nach der Fibulaosteotomie wird ein 16 cm langer Span aus der anderen Tibia eingefügt und mit 5 Drahtschlingen fixiert. Bereits am 1.3.1950 zeigt das



Abb. 37: 27.4.1949

Röntgenbild (siehe Abb. 38) den guten Einbau des Spans bis auf eine kleine Umbauzone im proximalen Anteil.

Die Untersuchung im Juni 1952 ergibt die Ausheilung der Pseudarthrose durch eine schmale, aber feste Brücke in

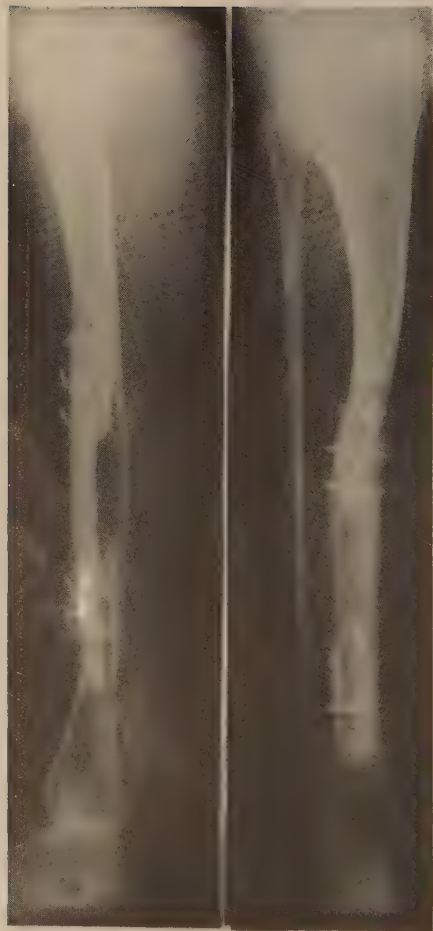


Abb. 38 :

1.3.1950

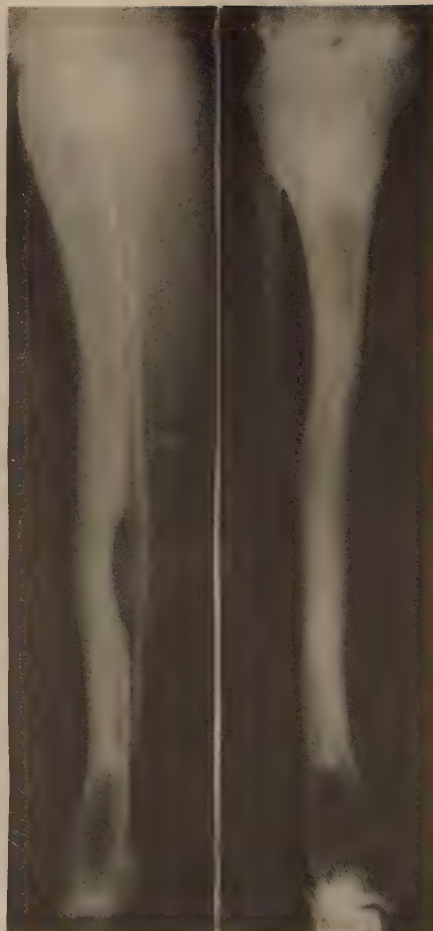


Abb. 39 :

12.3.1969

achsengerechter Stellung. Die Nachuntersuchung im März 1969
(siehe Abb. 39) bestätigt das gute Ergebnis.

Epikrise:

Auch ohne stabile Osteosynthese kann bei einer hypertrophen Pseudarthrose mit der autologen Spanplastik eine gute Ausheilung erzielt werden.

V.5. Angeborene Unterschenkel-
pseudarthrose:



Abb. 40:

18.2.1971

Kombination von Autoplastik und der AO-Osteosynthese:

M.M., geboren am 2.11.1967

Das Kind kommt am 18.2.1971 mit deutlicher Varusfehlstellung des rechten Unterschenkels in die Klinik. Im Bereich der Deformität sind geringe Wackelbewegungen möglich.

Im Röntgenbild (Abb. 40) erkennt man die Tibiapseudarthrose im distalen Drittel des Unterschenkels mit deutlicher Varusfehlstellung. Am 11.5.1971 werden nach Fibulaosteotomie die beiden Tibiafragmente nach teilweiser Resektion mit einer 6-Loch-AO-Platte aus dem Kleinstfragmentinstrumentarium fixiert. Aus dem gleichseitigen Femur wird anschließend ein 6 cm langer corticospongiöser Span über der Pseudarthrose eingefalzt. (Abb. 41). Die Röntgenaufnahme vom 14.12.1972 zeigt den völligen Durchbau der angeborenen Pseudarthrose. (Abb. 42).

Epikrise:

Dieser Fall zeigt die erfolgreiche Kombination der stabilen Osteosynthese mit der autoplastischen Spantransplantation.

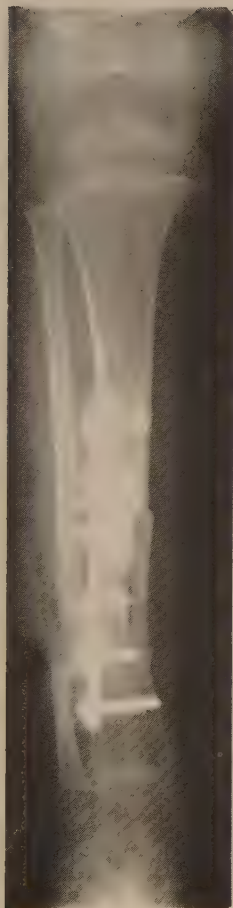


Abb. 41 :

11.5.1971

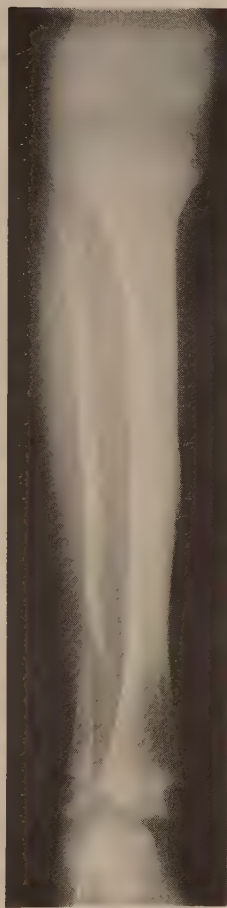
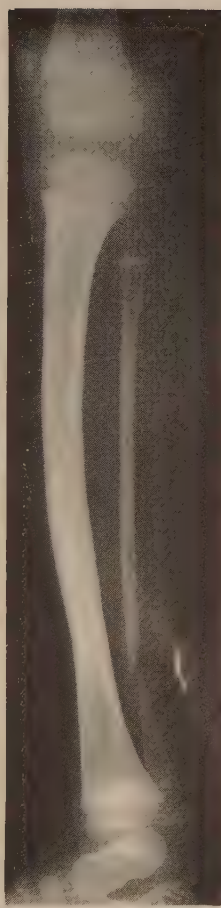


Abb. 42:

14.12.1972



V.6. Postosteomyelitische

Unterschenkel pseudarthrose:

B.M., geboren am 19.1.1962

Der Patient erkrankte im Dezember 1965 an einer akuten hämatogenen Osteomyelitis am linken Unterschenkel.

Das Röntgenbild vom 5.2.1969 (Abb.43) zeigt in der pa-Aufnahme einen Defekt im proximalen Tibiabereich von ca. 3 Querfinger Breite. Die beiden Restfragmente sind spitz ausgezogen und zeigen eine großflächige Entkalkung. Auch in den Fußwurzelknochen und im Bereich des distalen Oberschenkelmittels sind deutliche Kalksalzverminderung feststellbar. Es besteht eine Verkürzung von 4 cm.

Am 11.2.1969 erfolgt eine Operation nach HAHN-BRANDES. Aus der rechten Tibia wird zusätzlich ein Span entnommen und nach Anheben der Corticalis eingebracht und gegen das Wadenbein angestemmt. Zur Überbrückung der beiden Knochen wird zusätzlich Spongiosa angelegt. (Abb. 44). 2 Kirschnerdrähte werden nun parallel zwischen Tibia und Fibula zur Fixation der beiden Knochen eingeschossen. Unterhalb des Wadenbeinköpfchens wird die Fibula osteotomiert und in eine Nut des Tibiakopfes etwas schräg in Varusstellung eingestellt. Zusätzlich wird ein Knochenspan und Spongiosa an dieser Stelle eingelagert. Nach 7 Wochen konnten bereits die Kirschnerdrähte entfernt werden. Bei einer Untersuchung im November 1969 zeigte sich, daß die Fibula weiter die Funktion der Tibia übernahm und hypertrophierte. (Abb. 45). Die Nachuntersuchung im Juni 1972 ergab die völlige Ausheilung der postosteomyelitischen Pseudarthrose und den vollen Ersatz der Tibia durch die hypertrophierte Fibula.

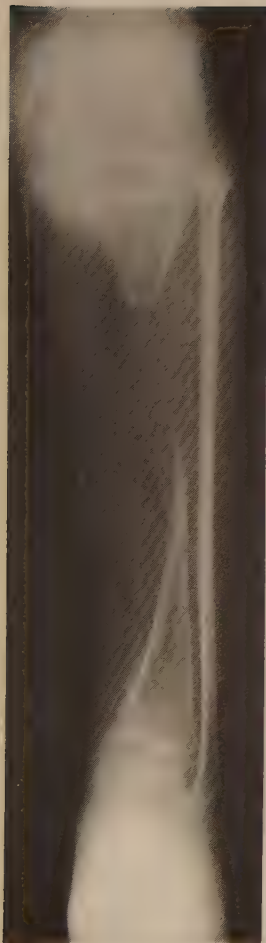


Abb. 43 :

5.2.1969

Tag der

Klinikaufnahme

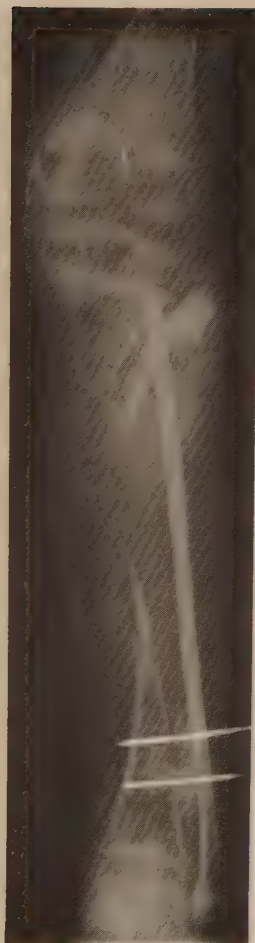
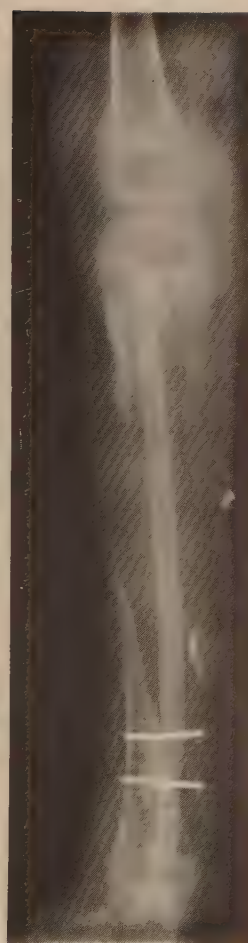
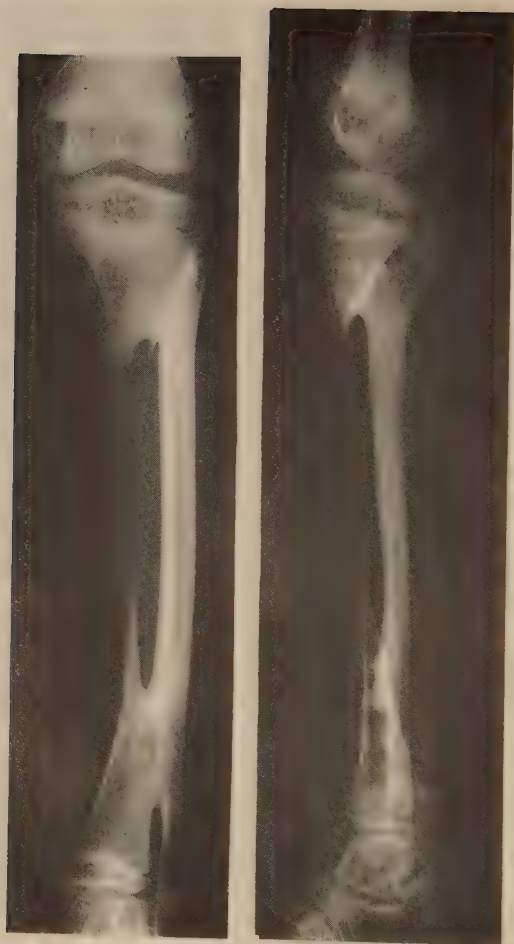


Abb. 44 :

11.2.1969

Zustand am Operationstag





Epikrise:

Abb. 45: 20.11.1969

Auch heute noch ist die Operation nach HAHN-BRANDES bei der postosteomyelitischen Unterschenkel pseudarthrose durchaus indiziert. In unserem Fall wurde durch die Kombination der HAHN-BRANDES'schen Operation, Autoplastik und Kirschnerdrahtung ein ausgezeichnetes Ergebnis erzielt.

VI. Diskussion:

VI.1. Allgemein:

Als Grundlage für die Analyse der operativen Behandlung der Pseudarthrosen im Kindesalter dienten die Krankenblätter und Röntgenbilder von 59 Kindern und Jugendlichen, die in den Jahren 1928 bis 1973 in der Orthopädischen Klinik der Universität München behandelt wurden.

Soweit die Patienten noch erreichbar waren, wurden sie zum Zweck einer Nachuntersuchung in die Klinik gebeten oder bei der Behandlung in der Klinik untersucht.

Die Pseudarthrose im Wachstumsalter ist eine der unangenehmsten und langwierigsten Komplikationen in der Knochenbruchbehandlung. Obwohl die Pseudarthrosen zahlenmäßig gering sind, so kann doch eine Zunahme der Pseudarthrosenhäufigkeit durch das Ansteigen der Frakturen festgestellt werden (185).

So ist eine optimale Therapie kindlicher Frakturen von großer Bedeutung.

Während bei den Erwachsenen die Mehrzahl der Pseudarthrosen auf "vermeidbare Fehler in der Frakturbehandlung" zurückzuführen sind (185), zeigen die Ergebnisse unserer Untersuchung, daß die

Hälfte der kindlichen und jugendlichen Pseudarthrosen, nämlich in 52% der Fälle, congenital sind.

Was die erworbenen Pseudarthrosen angeht, so ist in einer Vielzahl der Fälle eine fehlerhafte operative Frakturversorgung für das Entstehen einer Pseudarthrose verantwortlich zu machen.

In 13% verhinderte eine Osteomyelitis eine reibungslose Ausheilung der Fraktur und führte ebenso zur Pseudarthrosenbildung.

VI.2. Lokalisation der Pseudarthrosen:

Betrachtet man die Lokalisation der Frakturen (Tab.36) und der Pseudarthrosen im Wachstumsalter (Tab.37), so wird

Tabelle 36: kindliche Frakturen: (aus 267)

Oberarm	:	27,1 %
Unterarm	:	38,8 %
Oberschenkel	:	25,2 %
Unterschenkel:		8,8 %

die Stellung der kindlichen Unterschenkelpseudarthrose besonders deutlich, denn im Gegensatz zu den seltenen Frakturen am Unterschenkel sind hier die meisten Pseudarthrosen im Kindesalter anzutreffen. Man spricht deshalb auch von einer "Ausnahmestellung des kindlichen Unterschenkels" (267).

Tabelle 37: Lokalisation der kindlichen Pseudarthrosen:

		JÜNGLING:	eigene Ergebnisse:
Clavicula	:	0 %	2 %
Oberarm	:	10,7%	2 %
Unterarm	:	2,3%	3 %
Oberschenkel	:	10,7%	24 %
Unterschenkel:		76.3%	69 %

VI.3. Congenitale Unterschenkel - pseudarthrose:

Den Hauptanteil der kindlichen und jugendlichen Pseudarthrosen, nämlich 52%, machen die congenitalen Unterschenkel pseudarthrosen aus.

Eigentlich trifft der Begriff "congenital" nicht ganz zu (515), da ja bei der ersten Untersuchung des Patienten oft noch gar keine Pseudarthrose vorhanden ist, bei einer Untersuchung war in 57 von 109 Fällen die Tibia anfangs erst verbogen.

Auch bei unserem Patientengut wurde bei 15 Fällen zuerst eine Verbiegung der Tibia erkannt, bei denen sich aber später immer eine Fraktur mit anschließender Pseudarthrose bildete. Deswegen wird das Crus varum congenitum auch als "schlummernde Pseudarthrose" (41) bezeichnet.

Was das Alter des Kindes bei der Pseudarthrosenentstehung angeht, so erfolgen die ersten Diagnosen sowohl in unserem als auch in einem anderen Untersuchungsgut (515) meistens bis zum 1. Geburtstag.

Das "Linksproblem" ist bei uns nicht aufgetreten. (41). Von den 31 Unterschenkel-pseudarthrosen waren nur 14 auf der linken Seite. In der Literatur findet sich ein ähnliches Verhältnis von re: li = 11:12 (546).

Von den 31 angeborenen Pseudarthrosen konnten nur 48% ausgeheilt werden. Andere Autoren berichten von Heilungsquoten von 53% (515) und 67% (335). Von den in den Jahren 1940 bis 1965 in Dänemark aufgetretenen 13 congenitalen Unterschenkel-pseudarthrosen wurden nur 2, das sind 14% ausgeheilt.

Die Neurofibromatose v. RECKLINGHAUSEN, die, wie anfangs aufgeführt, im engen Zusammenhang mit der congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose steht, war, ähnlich einer Untersuchung, wo 39% der Patienten auch an dieser Erkrankung litten, (515), im eigenen Untersuchungsmaterial bei 16% der Fälle nachweisbar. Es läßt sich ersehen, daß die Heilungschancen durch die Kombination der congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose mit der Neurofibromatose eindeutig vermindert werden (515). Unsere Ergebnisse decken sich also nicht mit der Ansicht: "die Kombination der congenitalen Unterschenkel-pseudarthrose mit der erblichen Neurofibromatose hat auf die Heilung der Mißbildung nach unseren Erfahrungen keinen bemerkenswerten Einfluß" . (41).

Ein optimales Operationsalter gibt es nicht (515). Bei einem anderen Patientengut wurden die meisten Heilungen im Alter von 8 Jahren erzielt (515) . Das stimmt mit unseren Beobachtungen überein, da der Zeitpunkt der geglückten Operationen bei unseren Patienten im Schnitt im 7. Lebensjahr lag. Unsere Patienten waren bei der Erfolgsoperation zwischen 2 und 15 Jahren alt, bei einem anderen Autor zwischen 3 und 12 Jahren (515). Bei anderen Veröffentlichungen liegt die Erfolgsoperation durchschnittlich im 9. Lebensjahr (546, 440).

Unsere Heilungen wurden nach höchstens 4 Operationen erzielt, wobei die Operationen, die alio loco ausgeführt wurden, dabei mit eingeschlossen sind. Bei 20% der Patienten waren 4 Operationen erforderlich, je 26% heilten nach der 1., 2. und der dritten Operation aus. Wird dagegen in 6-Monats-Abständen operiert, so wird in über 10% der Fälle erst eine Heilung nach der 7. Operation erzielt (515).

Was die Operationsmethode angeht, so verbessert der autologe Span die Heilungschancen der angeborenen Unterschenkel pseudarthrose ganz wesentlich. (515). Bei einem anderen Patientengut wurde die höchste Heilungsquote mit dem Marknagel erzielt: mit 27 Operationen konnten so 3 Pseudarthrosen ausgeheilt werden. (515). Bei gleichzeitiger Anwendung von Mark-

nagel und Span liegen die Ergebnisse um 10% besser:
mit 55 Operationen konnten so 15 Pseudarthrosen durch-
gebaut werden.

In unserem Patientengut ließ sich von den sieben
Patienten, die mit dem KÜNTSCHER-Nagel und Span behandelt
wurden, nur eine einzige Pseudarthrose ausheilen.

Von den 6 Patienten, die nur mit dem Marknagel behandelt
wurden, heilten 2 Pseudarthrosen aus. Einer der beiden
Patienten, bei denen der Marknagel zusammen mit
Spongiosaanlagerung zur Anwendung gelangte, konnte ebenfalls
geheilt entlassen werden. Insgesamt konnten 26 %

der angeborenen Unterschenkel pseudarthrosen in unserem
Krankengut durch die KÜNTSCHER-Marknagelung ausgeheilt
werden. 25% aller Operationen waren Küntscher-Nagelungen.

Hingegen erscheint es uns, mit der AO-Osteosynthese eine
größere Heilungsquote erreichen zu können. Von den
3 Patienten, die nur mit einer AO-Platte behandelt
wurden, heilten 2 Pseudarthrosen aus. Einer der 4 Patienten,
die mit einer AO-Platte und einem Span operiert wurden,
konnte geheilt entlassen werden. Insgesamt wurden mit
der AO-Osteosynthese mit 11% aller Operationen
20 % der Heilungen erzielt. So wird die AO-Osteosynthese
bereits im frühen Kindesalter als "die ideale Lösung"
(218) bezeichnet.

Auch mit der Autoplastik allein lassen sich gute

Ergebnisse erzielen. Von den 14 Pseudarthrosen, die mit einem autoplastischen Span behandelt wurden, heilten 4 aus; mit 23% aller Operationen konnten 26% der Ausheilungen erzielt werden. Faßt man alle Spanoperationen zusammen, die hier in der Klinik bei der Behandlung der angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose ausgeführt wurden, so wurden mit 40% aller Operationen genau 40% aller Heilungen erzielt. Die neusten Veröffentlichungen stehen der autoplastischen Spantransplantation etwas kritischer gegenüber: "Erfolgreich ist dieser Eingriff vor dem Schulalter nicht auszuführen, wobei einmal ungenügendes Spanmaterial und besonders die Notwendigkeit der Transplantation von einem Elternteil das Risiko erhöhen". (218). Erwähnenswert erscheint, daß bei den 15 Erfolgsoperationen 8 mal eine Fibulaosteotomie ausgeführt wurde. 16% unserer Patienten mit einer angeborenen Unterschenkel-pseudarthrose wurden amputiert; bei einem anderen Autor machen die Amputationen 23% aus (515). Wie in unserem Patientengut, so wurden auch dort durchschnittlich 3 Operationen erfolglos vorher vorgenommen. Unser frühestes Amputationsalter war 15 Jahre; dort wurden bereits 4 Kinder vor dem 5. Lebensjahr amputiert.

VI.4. Frakturbehandlung:

Viele Autoren fassen die erworbene Pseudarthrose "nicht als eine unabwendbare Verletzungsfolge, sondern als eine vermeidbare Behandlungsfolge auf" (184,338).

Bei der konservativen Frakturversorgung ist der am meisten gemachte Fehler die ungenügende Ruhigstellung der Extremitäten oder häufige Repositionsversuche, die die Kallusbildung beeinträchtigen. Auch besteht bei einer zu frühen Belastung die Gefahr der Pseudarthrosenbildung. In unserem Untersuchungsgut kann eine Vielzahl der Pseudarthrosen auch auf eine falsche operative Behandlung der Fraktur zurückgeführt werden: "Nonunion is a frequent complication of open reduction of fractures in children (406). Die Pseudarthrosen werden häufiger nach Osteosynthesen als nach einer konservativen Behandlung gesehen (57,548).

Gerade im älteren Untersuchungsmaterial waren Drahtschlingen häufig Anlaß zur Pseudarthrosenbildung, da sie neben der Fragmentadaptation keine ausreichende Immobilisation und Kompression erzielten. Bei einem lag die Drahtschlinge mitten im Frakturspalt und verhinderte so die Ausheilung der Fraktur. Die periostale Durchblutung und Vaskularisation der Frakturstelle wird so erheblich gestört.

Neben der Drahtnaht als Versagerquelle bei der Frakturen-

behandlung werden vor allem zu kurze und zu dünne KÜNTSCHER-Marknägel angegeben.(338).

Die " Zunahme der postoperativen Komplikationen durch unsachgemäße Behandlung ",die bei der Frakturbehandlung bei Erwachsenen gefunden wird (185),ist also auch bei der kindlichen Frakturenbehandlung festzustellen.

VI.5. P s e u d a r t h r o s e n b e h a n d l u n g :

Die Behandlung der kindlichen und jugendlichen Pseudarthrosen zeigt in den letzten Jahre gute Erfolge: von 59 Patienten konnten 38 geheilt entlassen werden.

In 50% der Erfolgsoperationen führte die stabile Osteosynthese allein zum Erfolg;in 29% der Fälle wurde durch Kombination von stabiler Osteosynthese und Knochenspantransplantation eine Konsolidation der Pseudarthrose erreicht.

Wenn KÜNTSCHER meint:"Zur Heilung der Pseudarthrose genügt eine einzige Maßnahme,nämlich die Einführung eines dicken Marknagels nach entsprechender Ausweitung der Markhöhle.Alles andere ist nicht nur überflüssig,sondern sogar schädlich",
(304),so erscheint dies etwas einseitig.

KÜNTSCHER operierte zwar über 1000 Pseudarthrosen; von den 689 Pseudarthrosen allerdings, die er bis 1963 operierte, waren nur 8 Patienten im Wachstumsalter dabei. Inwieweit es sich dabei um Patienten mit einer angeborenen Pseudarthrose handelte, geht aus seinen Angaben leider nicht hervor.

Der Meinung KÜNTSCHERS wird entgegengehalten:

"Man soll die Marknagelung nur dort anwenden, wo man mit Wahrscheinlichkeit mit einem anderen Behandlungsverfahren nicht zu einem gleich guten Ergebnis kommt." (316). Und dies ist am Unterschenkel bestimmt nicht der Fall.

Es herrscht geradezu die "Tendenz", bei Jugendlichen "ohne Osteosynthesematerial auszukommen." (218).

Wichtig ist es vielmehr, sich nicht ausschließlich für eine bestimmte Operationsmethode festzulegen, sondern Fall für Fall die Vorteile der einzelnen Operationsmethoden bei den gegebenen Verhältnissen gegeneinander abzuwägen (319) und sich dann für die individuell beste Operationsmethode (kleinstmöglicher Eingriff bei größtmöglichen Erfolgschancen) zu entscheiden, denn die Auswahl des geeignetsten Verfahrens hängt von lokalen anatomischen und pathologischen Gegebenheiten ab (216).

Die "richtige Indikationsstellung bei exakter Beherrschung der Methode" wird betont (185). Ein kleiner Eingriff, der aber eine ungeeignete Methode ist, bedeutet für den Patienten ein größeres Risiko als eine umfangreichere Therapiemaß-

nahme, die aber letzten Endes doch erfolgversprechender ist.

Die gleichen Fehler, die bei der operativen Frakturversorgung gemacht werden, findet man auch bei den Pseudarthrosenoperationen. Bei einer eingehenden Untersuchung stellte sich heraus (548), daß die meisten Fehler bei der Immobilisation gemacht werden; ungenügende Dauer der Ruhigstellung, zu häufiges Wechseln des Verbandes oder ein unkorrekter Verband, der zu kurz, zu eng oder zu weit sein kann. Liegt eine Drahtschlinge mitten im Pseudarthrosenspalt, so kann sie jahrelang die knöcherne Durchbauung des Pseudarthrosenspaltcs verhindern. Ein zu kurzer KÜNTSCHER-Marknagel kann umbiegen, an der Einschlagstelle wieder herausgleiten und so eine Infektion verursachen.

Wird das Osteosynthesematerial zu früh entfernt, so kann nach dessen operativer Entfernung bald eine Refraktur eintreten: "Prinzipiell dürfen Schrauben, Platten und Nägel bei jüngeren Patienten frühestens 1 bis 1 1/2 Jahre nach der Operation entfernt werden." (173).

Bei der Spanverpflanzung muß unbedingt auf den guten Kontakt zwischen Span und Knochen geachtet werden, da sonst der Einbau des Spans sehr gefährdet ist. Die Autoplastik liefert die besten Ergebnisse.

Nur bei Kleinkindern, bei denen kein genügend großer Span gewonnen werden kann, sollte auf die Eltern zurückgegriffen werden.

37% aller unserer Operationen waren Spanoperationen; diese bewirkten 39 % aller Ausheilungen. Gerade bei der Spanverpflanzung soll unbedingt auf eine genügende Immobilisation geachtet werden. Trotz eines angelegten Gipsverbandes ist bei vielen Patienten keine angiogene oder primäre Knochenheilung, sondern der Reizkallus rund um den Pseudarthrosenspalt feststellbar.

Dieser Reizkallus ist das Kennzeichen von "Reparationsvorgängen im Sinne einer sekundären Wundheilung" (173). Auch bei den modernen Osteosyntheseverfahren sollte man sich nicht scheuen, "das Operationsergebnis etwa durch das Anlegen eines Gipsverbandes zusätzlich zu sichern" (173).

37% der Operationen bestanden aus den modernen Osteosyntheseverfahren. Mit ihnen konnten 39 % aller Erfolge erzielt werden. Beim Anlegen der Platte muß auf guten Kontakt der beiden Fragmente und auf eine einwandfreie Stellung geachtet werden.

In den schwierigsten Fällen, bei der atrophischen Pseudarthrose, wird mit Erfolg eine Spanverpflanzung in Kombination mit einem modernen Osteosyntheseverfahren vorgenommen. 26% aller Pseudarthrosenoperationen waren derartige Kombinationen, mit deren Hilfe 26% der Pseudarthrosen durchbaut werden konnten.

Es kommt " bei jeder Art zu Heilung und Mißerfolg",denn
"neben der richtig gestellten Indikation" ist auch
"die Beherrschung der richtigen Technik von Bedeutung"
(262,396).

Deshalb ist es am besten, kindliche Pseudarthrosen
an echten Zentren zu behandeln (527).

Dies gilt besonders für die angeborene
Unterschenkel pseudarthrose.

VII. F o l g e r u n g e n f ü r d i e T h e r a p i e :

Es ergibt sich die Notwendigkeit einer kontinuierlichen
Röntgenüberwachung in kurzen Abständen.

Tomogramme erweisen sich dabei als sehr nützlich, um einen
sich abzeichnenden Durchbau frühzeitig feststellen
zu können oder auch bei einem nicht einsetzenden
Durchbau möglichst rechtzeitig eine Reoperation durchführen
zu können, da mit der üblichen Technik bei straffen
Pseudarthrosen die Diagnose nur schwer zu stellen ist (478).

Nach Möglichkeit soll die Operation zum frühest
möglichen Zeitpunkt, also schon in den ersten Lebensjahren
ausgeführt werden, da hier die Verkürzung der Extremität
noch am geringsten ist.

Es besteht die Notwendigkeit einer individuellen
Operationstechnik. Am besten bewährt sich bei der

hypertrophen Pseudarthrose die stabile Osteosynthese in Form eines KÜNTSCHER-Marknagels oder einer AO-Platte; bei der atrophischen die stabile Osteosynthese in Kombination mit der autoplastischen Spanverpflanzung.

Die operative Behandlung der Pseudarthrosen im Wachstumsalter orientiert sich im allgemeinen an den Richtlinien der Pseudarthrosenbehandlung der Erwachsenen. Jedoch müssen die speziellen Eigenschaften des wachsenden Knochens - wenig Substanz, dafür aber schnelles Wachstum und gute Regeneration- in Betracht gezogen werden. Auch müssen bei jedem operativen Eingriff die Spätfolgen für den wachsenden kindlichen Knochen in Erwägung gezogen werden. Deshalb herrscht allgemein die "Tendenz", im Kindesalter ohne die Anwendung von Osteosynthesematerial auszukommen. (218).

Bei einer Spanverpflanzung ist der Autoplastik unbedingt Vorzug zu geben.

Die Indikation zu einer Amputation kann durchaus gerechtfertigt sein; sie sollte aber erst in später Kindheit und nach verschiedenen mißlungenen Operationen gestellt werden, da sie wirklich die "ultima ratio" darstellt.

VIII. Zusammenfassung:

Nach einem Überblick über die Häufigkeit, Diagnose und Ätiologie der Pseudarthrosen im Wachstumsalter wird auf die verschiedenen Operationsmethoden mit ihren besonderen Problemen an den einzelnen Extremitäten anhand des Krankengutes der Orthopädischen Klinik der Universität München der Jahre 1928 bis 1973 eingegangen.

Nur eine operative Behandlung ist therapeutisch indiziert. In einer Vielzahl der Fälle genügt die alleinige Autoplastik. Ansonsten empfiehlt sich bei der hypertrophen Pseudarthrose eine stabile Osteosynthese in Form einer AO-Halbrohrplatte oder des KÜNTSCHER-Nagels, bei der atrophischen Pseudarthrose die Kombination von stabiler Osteosynthese mit der autoplastischen Spanverpflanzung.

Bei der congenitalen Pseudarthrose ist ein möglichst früher Operationszeitpunkt am vorteilhaftesten.

Bei Defektpseudarthrosen hat auch heute noch die Operation nach HAHN-BRANDES (HUNTINGTON) neben der stabilen Osteosynthese ihre Berechtigung.

Mit dem autoplastischen cortico-spongiösen Knochenspan wird eine Heilung am zuverlässigsten erzielt.

Immobilisationsschäden nach einer Gipsbehandlung, die nach einer Autoplastik oftmals notwendig wird, treten am wachsenden Skelet nicht auf.

S u m m a r y :

Frequency, diagnosis and etiology of pseudarthrosis in patients of the growing age group are discussed.

Different types of operative treatment at the various extremities are reported, based on 59 cases (patients of the Orthopaedic Clinic of the university of Munich between 1928 and 1973).

Only operative treatment is indicated.

In most cases autoplasmic bone grafting is indicated, in hypertrophic pseudarthrosis : stable osteosynthesis with AO-plate or KÜNTSCHER-nail, and in atrophic pseudarthrosis: combination of stable osteosynthesis and autogenous bone graft.

In congenital pseudarthrosis operation at the earliest age is considered optimal.

In defect pseudarthrosis the HAHN-BRANDES (HUNTINGTON) plastic is still indicated.

Autoplasmic cortico-cancellous bone can be classified as the most reliable healing material.

In the young age group there is no danger of secondary damage from the cast-immobilisation, which is often necessary after autoplasmic operations.

XI. Literaturverzeichnis:

1. ABESSER F.W. Intrauterin erworbene Osteomyelitis
Fortschr.Röntgenstrahlen 78, (1953), 213
2. AEGERTER E. The possible relationship of
neurofibromatosis, congenital pseudarthrosis and fibrous dysplasia.
J. Bone Jt Surg 32-A, (1950), 618
3. ALBEE F.M. Principles of the treatment of non-
union of fracture.
Surg. Gynec. Obstet. 51, (1930), 289
4. ALBEE F.M. Diskussionsbemerkung
J. Bone Jt. Surg 23-A (1925), 340
5. ALLDRED A.J. Congenital pseudarthrosis of the
clavicle. J. Bone Jt. Surg 45-B (1963), 312
6. ALETTER C. Über die angeborenen Defekte der Tibia.
Frankf. Z. Pathol. 43, (1932), 196-221
7. ALLENDE G. und Fractures of the neck of the femur in
LEZAMA L.G. children. A clinical study.
J. Bone Jt Surg 33-A, (1951), 387
8. ANDERSEN K. Congenital angulation of the lower leg.
Crus curvatum congenitum.
Acta Orthop. Scand. 39, (1968), 387-97
9. ANDERSEN K. Forekomsten af kongenit. tibia-
pseudarthrose i Danmark 1940-1965
Nord Med 86, (1971), 1395

- 10.ANSCHÜTZ W.: Über die Behandlung osteomyelitischer und traumatischer Tibia-Defekte und Pseudarthrosen mit Fibulaimplantation. Dtsch.Z.Chir.192, (1925), 52
- 11.ANTONELLI B. Ein Fall von partiellem Fibuladefekt. Z.orthop.Chir. 14, (1905), 290
- 12.D'ARCY POWER Ununited fractures in children. Intern.Journal of the med. soc. 1892
- 13.D'ARCY POWER Analysis of 72 cases of ununited fractures occuring in the long bones of children, Med.-chir. Trans. London 1892
- 14.AXHAUSEN Die Knochenregeneration: ein zweiphasiges Geschehen. Zbl.Chir.77, (1952), 435
- 15.AXHAUSEN W. Die Behandlung der verzögerten und der ausgebliebenen Knochenbruchheilung mit der freien Knochenüberpflanzung. Langenb.Arch.klin.Chir.325, (1969), 825-34
- 16.BAADSGAARD K. Transplantation of pedicle bone grafts to fresh skeletal defects and defect pseudarthroses. An exp. study. Acta Orthop.Scand. 41, (1970), 261-71
- 17.BADGLEY C.E. J. Bone Jt. Surg 34-A , (1952), 349-71
et.al.
- 18.v.BAEYER H., Neues in der Pseudarthrosenbehandlung.
HORN G. Zbl. Chir. 1932 Nr.12

19. BARBER C.G.: Congenital bowing and pseudarthrosis of the lower leg. Surg.Gynec.Obstet. 69, (1939), 618-26
20. BARTH A. Zur Frage der Vitalität replantierter Knochenstücke. Berl.klin.Wschr. 31, (1894), 340
21. BASSETT C.L., Surg., Gynec.Obstet. 112, (1961), 115
et. al.
22. BASSETTA A. Frattura intrauterina della tibia. Arch. di Orthop. 31, (1914), 377
23. BAUER K.H. Das Aufsplitterungsverfahren bei Pseudarthrosen. Chir.3, (1931), 993
24. BAUER K.H. zit. SEYFARTH (505)
25. BECK A Med. Klinik 54, (1959), 597
26. BECK A. Die Behandlung der Pseudarthrosen mit Knochenbohrung. Zbl.Chir. 1932, 2802
27. BECK A. Zur Behandlung der verzögerten Konsolidation bei Unterschenkelbrüchen. Zbl. Chir 56, (1929), 2690
28. BEHRINGER B. Congenital pseudarthrosis of the clavicle. Am.J.Dis.Child. 123, (1972), 511-7
29. BELOUSOV V.D. The use of homologous transplantation in the treatment of pseudarthrosis and defects of long tubular bones in children. Vestn.Chir.Grekov. 97, (1966), 117
30. BENNINGHOFF A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen Bd.1
Urban u. Schwarzenberg 1944

31. BENTZON P.K. Roentgenological and experimental studies on the pathogenesis of the dyschondroplasia. Acta Radiologica 3, (1924), 89
32. BERENTY G. Treatment of pseudarthrosis with stable osteosynthesis. Acta chir. Acad. Sci. Hung. 12, (1971), 31-41
33. BEKRITZKY Ausgang der Schenkelhalsfrakturen jugendlicher Individuen in Pseudarthrose. Diss. Berlin 1909
34. BARTH A Zur Frage der Vitalität replantierter Knochenstücke. Berl. klin. Wschr. 31, (1894), 340
35. v. BEUST A.T. Ostitis fibrosa und Knochencyste bei angeborener Unterschenkelfraktur. Dtsch. Z. Chir. 152 (1900), 60
36. BIEBL M. Zur Behandlung der Pseudarthrosen unter Verwendung eines sog. biegsamen Knochenspans. Z. orthop. Chir. 92, (1939), 126
37. BIEBL M. Die transkortikale Knochenbolzung mit körpereigener Rippe für die blutige Behandlung von Frakturen und Pseudarthrosen. Zbl. Chir. 75, (1950), 179
38. BIER A. Über Knochenregeneration, über Pseudarthrosen und über Knochentransplantate. Arch. klin. Chir. 127, (1923), 1

- 39.BIRKETT A.N. Note on pseudarthrosis of the tibia
in childhood.J.Bone Jt.Surg.
33-A,(1951),47-9
- 40.BIESIN Zur operativen Behandlung der Pseudar-
throsen im Kindesalter.
Verh.dtsch.Orthop.Ges. 26.Kgr.1931
- 41.BISCHOFBERGER O. Erfahrungen in der operativen
Behandlung der kongenitalen Unter-
schenkel pseudarthrose.
Z.Orthop.Chir. 78, (1949),432-61
- 42.BISCHOFBERGER O. Ergebnisse der operativen Behandlung
von Pseudarthrosen langer Röhrenknochen.
Z.Orthop. 81, (1951),50
- 43.BLANKE K. Die Spananlagerung nach Phemister.
Theoret.Grundlagen,Indikation,Technik
und Ergebnisse. Hefte Unfallk.Nr.53 1956
- 44.BLANKE K. Beitrag zur Spananlagerung nach
Phemister bei verzögert heilenden
Frakturen.Arch.klin. Chir.184, (1956),289
- 45.BLAUTH W. Die gelenknahen Schienbeinpseudarthrosen.
Ergebn.Chir.Orthop. 45.Band 1963
- 46.BLAUTH W. Der kongenitale Femurdefekt.
Beilageheft Z.Orthop. 103, (1967),1
- 47.BLENCKE A. Über das gemeinsame Vorkommen von Knochen-
brüchigkeit und blauen Skleren.
Z. orthop.Chir. 45, (1924),406

- 48.BLOCK W. Einiges über Häufigkeit und Ursachen
der Pseudarthrosen.
Verh.dtsch.Orthop.Ges. 34.Kongreß.
- 49.BLOCK W Die normale und gestörte Knochenbruch-
behandlung.Enke-Verlag Stuttgart 1940
S.280-304
- 50.BLOUNT W.P. Knochenbrüche bei Kindern.
Stuttgart,Thieme 1957
- 51.BLUDAU F.M. Beitrag zum Kapitel der intrauterin
erfolgten Fracturen bei Neugeborenen.
Diss. Berlin 1893
- 52.BOECKEL De l'intervention opératoire précoce
ou tardive dans les fractures formées.
IX.Congr. franc.de Chir.1895 S.645-6
zit.JÜNGLING (267).
- 53.BOEVE J. De behandeling van de vertraagde
consolidatie van fracturen en van de
pseudarthrosen volgens de methode van
Phemister.Proefschrift.Leiden Rotterdam
1956
- 54.BÖHLER L. Behandlung von veralteten Schenkel-
halsbrüchen und von Schenkelhals-
pseudarthrosen.Zbl.Chir.62, (1935),1756
- 55.BÖHLER L. Pseudarthrosen und verzögerte Kallus-
bildung.Verh.dtsch.Orthop.Ges.
34.Kongreß 1941

56. BÖHLER L. Berichte über die in den Jahren
1926 bis 1950 im Wiener Unfallkranken-
haus erzielten Behandlungsergebnisse.
Hefte Unfallheilk. Nr. 46 (1953).
57. BÖHLER L. Technik der Knochenbruchbehandlung.
Wien. Maudrich 1954
58. BÖHLER L. Technik der Knochenbruchbehandlung.
Ergänzungsband. Maudrich 1963
12. Aufl. 2448-2456
59. BÖHLER L. Die Verhütung der Pseudarthrosen
Hefte Unfallheilk. 94 (1968)
60. BÖHLER J. Osteosynthese mit gekreuzten Bohr-
drähten. Arch. klin. Chir. 284, (1966), 658
61. BÖHLER zit. SEYFARTH (505)
62. BÖHM F. Vergleichende Wertung von Auto- und
Heterotransplantation bei der Wertung
von Auto- und Heterotransplantation
bei der Behandlung von Pseudarthrosen
und zur Überbrückung von Defekten.
Z. orthop. Chir. 85, (1938), 263
63. BONFIGLIO Treatment by bone-grafting of aseptic
BARDENSTEIN necrosis of the femoral head and non-
union of the femoral neck (Phemister
technique). J. Bone Jt. Surg.
40-A, (1958), 1329-46
64. BORCHARD Die operative Behandlung der Schenkel-
halsbrüche, besonders im jugendlichen Alter.
Dtsch. Z. Chir. 100, (1909), 275

65. BORON Z. Die angeborene Pseudarthrose der Tibia.
et al. Fortschr. Röntgenstr. 106, (1967), 579-83
66. BÖSCH J. Beitrag zur Behandlung der kongenitalen
Unterschenkel pseudarthrosen.
Arch. orthop. Unfallchir. 49, (1957), 333-336
67. BOYD H.B. Congenital pseudarthrosis .Treatment by
dual bone grafts. J. Bone Jt. Surg.
23-A , (1941), 497
68. BOYD H.B. The treatment of difficult and unusual
non-union with special reference to the
bridging of defects. J. Bone Jt. Surg.
25, (1943) , 535
69. BOYD H.B. and Congenital pseudarthrosis.
FOX K.W. J. Bone Jt. Surg 30-A , (1948), 274-83
70. BOYD H.B. and Congenital pseudarthrosis of the tibia.
SAGE F.P. J. Bone Jt. Surg 40-A , (1958), 1245
71. BOSWORTH V.M. Fractures of both bones of the forearm
in children. Surg. Gynec. Obstet.
72, (1941), 667
72. BRAINARD Mémoire sur le traitement des fractures
non réunies et les déformités des os.
Paris 1854.
73. BRANDES M. Über Störungen der Knochenkonsolidation
nach orthop. Osteotomien langer Röhren-
knochen. Arch. klin. Chir. 170, (1932), 408

74. BRANDES M. Heilung größerer Tibiadeфекte.
Dtsch. Z. Chir. 155, (1920), 312-37
75. BRANDES M. Spätresultate nach der Pauwellschen
Operation der Schenkelhalspseudarthrose.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 30. Kongr. 1935
76. BRANDES M Z. Orthop. Bd. 33 (1913)
77. BRANDES M. Zur Behandlung von Pseudarthrosen und
verzögerter Konsolidation nach Frakturen.
Z. Orthop. 1940 Bd. 40, 99
78. BRANDT G. Verzögerte Knochenbruchheilung und
Pseudarthrosenbildung. Thieme Leipzig
1937
79. BRAUN H. Über die intrauterinen Fracturen der
Tibia. Arch. klin. Chir. 34, (1886) 668
80. BREITENFELDER H. Zur operativen Behandlung der Unter-
schenkelpseudarthrose.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 41, (1954), 175-80
81. BRODHURST Cases of intrauterine fracture.
Trans. med. chir. Soc. Edinbgh. 1860, 115
82. BROGER E Transplantation des Wadenbeins auf das
SALVAGNI A. Schienbein bei der Behandlung der
Unterschenkelpseudarthrosen.
Z. Orthop. 97, (1963), 114-7
83. BROOKS, The bone changes in Recklinghausen's
BARNEY Neurofibromatosis. Surg. Gynec. Obstet.
38, (1924), 587-95

- 84.BUCK P. Über die Behandlung von 376 Vorderarm-
FOLSCHVEILLER schaftbrüchen bei Kindern.
- JENNY G.: Hefte Unfallheilk. 89, (1966), 51-7
- 85.BRUNS P. Die Lehre von den Knochenbrüchen.
Deutsche Chirurgie, herausgegeben von
Billroth und Luecke.
Stuttgart 1886 Enke-Verlag.
- 86.v.BÜNGNER O. Über intrapartum entstandene Unterschen-
kelfrakturen.
Verh.dtsch.Ges.Chir.1890 284
- 87.v.BÜNGNER O. Über intrapartum entstandene Unter-
schenkelrakturen.
Arch.klin.Chir.41, (1890), 174
- 88.BURCKHARDT L Beiträge zur Diagnostik und Therapie
der cong.Knochendefekte an Vorderarm
und Unterschenkel.Jahrbuch Kinderheilk.
31.Band, 375 1890
- 89.BÜRKLE DE LA Handbuch der gesamten Unfallheilkunde.
CAMP Enke-Verlag Stuttgart 520-6, 1963
- 90.BÜRKLE DE LA zit.BÖHLER(59).
CAMP
- 91.BÜRKLE DE LA zit.GÖPFERT (190).
CAMP
- 92.BÜRKLE DE LA zit.BECK (25).
CAMP

- 93.BURNELL M. Intrauterine Fractures.
J.Michigan State med.Soc. 20, (1921), 243
- 94.BÜTTNER A. Über Refrakturen im Kindesalter.
Chir. 19, (1948), 347
- 95.BÜTTNER A. Die angeborenen Verbiegungen und
EYSHOLDT K.G. Pseudarthrosen des Unterschenkels.
Ergebn.Chir.Orthop. 36, (1950), 165-222
- 96.BURWELL R.G. Studies in the transplantation of bone.
GOWLAND G. III.Treated composite homografts-auto-
grafts of cancellous bone: an analysis
of inductive mechanism in bone trans-
planting.J.Bone Jt.Surg. 48-B, (1966), 532
- 97.CAFFEY J. Pediatric X-ray diagnosis.5 th edition.
p. 204,Chicago,Year book medical
Publishers Inc. zit.(187).
- 98.CAFFIER P. Über Fibuladefekt und Tibiafrakturen beim
Neugeborenen.Zbl. Gynäk.1936 II, 1816
- 99.CAMERON B.M. Shaft fractures ans pdeudarthrosis.
Springfield Ill.1966.
ref.J.Bone Jt.Surg 49-A, (1967), 803
- 100.CAMPANACCI zit.KNÖFLER (284)
- 101.CAMPBELL W.C. Transference of the fibula as an adjunct
to free bone graft in tibial deficiency.
Report of three cases.
J.orthop. Surg. 1, (1919), 625-31

- 102.CAMPBELL Operative Orthopedies.
St.Louis 1939 Mosby p.716
- 103.CAMURATI M. le pseudarthrosi congenite della
tibia. Chir.Organi.Mov.15, (1930), 1-162
- 104.CARNESALE P, Fibular transplant for loss of substance
GUERRIERRI A.G. of tibia.Report of a case.
J. Bone Jt.Surg. 37-A (1955), 204-6
- 105.CARPENTER E.B. Congenital pseudarthrosis of the clavicle.
GARRET R.G. J.Bone Jt.Surg. 42-A, (1960), 337-40
- 106.CARPENTIER W. Fracture " in utero" des deux os de la
jambe gauche aux tiers inférieur.
Consolidation vicieuse avant la
naissance, Rev.Orthop. 7, (1920), 355.
- 107.CARRELL W.B. Transplantation of the fibula in the
same leg.J.Bone Jt.Surg 20, (1938), 627-34.
- 108.CHASE S.W. The fate of autogenous and homogenous
HERNDON C.H. bone grafts .A historial review.
J.Bone Jt.Surg 37-B, (1955), 809
- 109.CATHRO A.J. A case of congenital pseudarthrosis of
the tibia treated by Küntscher nailing.
E.Afr.Med.J. 38, (1961), 581-9
- 110.CELSUS zit.MÜLLER-SCHENK (394).
- 111.CELLARIUS T. Über die Marknagelung von Pseudarthrosen.
Zbl.Chir. 70, (1943), 745-54
- 112.CESARANI F. Pseudo-artrosi della clavicola da
progressa lesione traumatica.
Annali di rad. diagn. 19, 160

113. CHAMLOU J. A propos d'une série de 30
LAVARDE G. pseudarthroses de jambe. J. Chir. 100, (1970),
315-26
114. CHARNLEY J. Congenital pseudarthrosis of the tibia
treated by intramedullary nail.
J. Bone Jt. Surg. 38-A, (1956), 283-90
115. CHARNLEY J. The closed treatment of common fractures.
Edinburgh-London. Livingstone 1963
116. CHIARI K. Zur Pathogenese der angeborenen Tibia-
pseudarthrose.
Vereinigung der Orthopäden Österreichs.
Wissenschaftliche Sommertagung 1971.
Eigenverlag Vereinig. Orthop. Österreichs.
Wien 1972
117. CHRISTENSEN N. Shortening in pseudarthroses.
Treatment with the Küntscher distractor.
Acta orthop. Scand. 41, (1970), 363-8
118. CIESZYNSKI T. Studies of the regeneration of ossal
tissue. III. Influence of positive and
negative electricity upon the callus
formation in humans.
Arch. Immun. th. Exp. 12, (1966), 269-95
119. COBB. N. Neurofibromatosis and pseudarthrosis
of the ulna. J. Bone Jt. Surg 50-B (1968),
146-9

- 120.CODIVILLA A. Sulla cura della pseudartrosi congenita della tibia.
Arch.Ortop. 24, (1907), 215
- 121.COENEN H. Zur plastischen Deckung der Unterschenkel-pseudarthrose.
Arch.klin. Chir. 83, (1907), 1011
- 122.COLONNA P.C. Congenital pseudarthrosis of the leg.
Three cases treated by massive bone graft. J. amer. med.Assoc. 103, (1934), 2012
- 123.COMPERE E.L. Localized Osteitis fibrosa in the new-born and congenital pseudarthrosis.
J.Bone Jt.Surg. 18-A, (1936), 513-23
- 124.COSACESCO A. Pseudarthrose et inflexion des os de la
DAVID N. jambe droite associée à la neurofibro-
matose de Recklinghausen.
Rev. d'Orthop. 26, (1939), 664
- 125.COTTA H. Die kindliche Clavicular-Pseudarthrose.
Mschr. Unfallheilk. 62, (1959), 291-6
- 126.DANIS R. Théorie et pratique de l'ostéosynthese.
Masson Paris 1949
- 127.DEDERICH R. Die Fibula-pro-Tibia-Operation.
Z.Orthop. 100, (1965), 497-501
- 128.DELAGNIERE zit. PITZEN (433).
- 129.DELLEHAUT Pseudarthrosis of tibia in young
LE COCQ children. Report of a case in which union
was accomplished by operative treatment.
J. amer. med.Assoc. 90, (1928), 1615

130. DE MAREFFE R. Pseudarthrosis of long bones.
Therapeutic imperatives for healing.
Acta chir. Belg. 69, (1970), 692-702
131. DERAMOND Consolidation d'une pseudarthrose de
jambe par greffe iliaque en bague.
Rev. Chir. Orthop. 47, (1961), 528-30
132. DIEFFENBACH Neue sichere Heilmethode des falschen
Gelenks oder der Pseudarthrose.
Caspers Wochenschrift für die ges.
Heilkunde. 1846 p. 729
133. DIVELEY Diskussionsbemerkung zu (69).
134. DONNIS D. Verhalten des Tibiaknochens nach Spanent-
nahme. Arch. klin. Chir. 325, (1969), 687-90
135. DROST E. Über die Behandlung großer Defekt -
pseudarthrosen des Schienbeins mit der
Hahn-Brandesschen Operation.
Zbl. Chir. 22, (1952), 2406-10.
136. DUCROQUET R. A propos des pseudarthroses et inflexions
congénitales du tibia.
Mém. Acad. de Chir. 63, (1937), 863-8
137. DUCROQUET R. J. Pseudarthrose congénitale de la jambe.
COTTARD E. Déformation osseuse de la neurofibromatose.
J. Chir. 53, (1939), 483
138. DÜRR W.: Pseudarthrosen nach Osteosynthesen.
Hefte Unfallheilk. 94, (1968), 69-70

139. DUJARIER C. Traitement des pseudarthroses congénitales. Rev. Org. Chir. 42, (1928), 94
140. DUNN N. Treatment of ununited fractures.
Brit. med. J. 11, (1939), 221
141. DURAISWAMI P. Experimental causation of congenital skeletal defects and its significance in orthopedic surgery.
J. Bone Jt. Surg. 34-B, (1952), 646-98.
142. EHALT W. Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen.
Stuttgart. Enke 1961
143. EICHENHOLTZ S.N. Congenital pseudarthrosis of the tibia.
New York J. Med. 70, (1970), 1049-58
144. EISENBERG M.F. Zur Kasuistik der kongenitalen Mißbildungen der unteren Extremität.
Z. Orthop. Chir. 57, (1932), 600
145. ENDER J. Erfahrungen mit dem Anlage-Span bei der Behandlung von Pseudarthrosen und von Brüchen mit verzögerter Heilung.
Chir. 25, (1954), 409
146. ENGELMANN G.: Ein Fall von kongenitalem Femurdefekt mit postnataler Entwicklung des Knochens.
Zschr. Röntgenstr. 31, (1923), 266
147. ERLER F. Beitrag zur Behandlung von Pseudarthrosen.
Z. orthop. Chir. 56, (1932), 31
148. ESSER L. Ergebnisse bei der Spanplastik nach Phemister. Zbl. Chir. 92, (1967), 2225-7

- 149.EVANS Non rigid fixation in the treatment of childhood pseudarthrosis of the tibia. Amer.Surg. 29, (1962), 510-7
- 150.EXNER G. Das angeborene Crus varum congenitum und seine Behandlung. Münchn. med.Wschr. 1195-1202 (1950).
- 151.EXNER G. Zur Klinik und Pathogenese der angeborenen Verbiegung und Pseudarthrose des Unterschenkels. Z.Orthop. 82, (1952), 50
- 152.EXNER G. Die Behandlung des kongenitalen Tibia-defektes durch die Kahn'sche Plastik. (Translokation der Fibula). Z.Orthop. 103, (1967), 193-8
- 153.EYRE-BROOK Infantile pseudarthrosis of the tibia. et al. Three cases treated successfully by delayed autogenous by-pass graft with some comments on the causative lesions. J.Bone Jt. Surg 51-B, (1969), 604-13
- 154.EYRE-BROOK A.L. Diskussionsbemerkung
BAILEY A.J. J.Bone Jt. Surg. 51-B, (1969), 178
PRICE C.H.G.
- 155.EYRE-BROOK A.L. Diskussionsbemerkung. J.Bone Jt.Surg. 53-B, (1971), 350

- 156.FACKERT S. Erfolge und Mißerfolge der
Pseudarthrosenbehandlung.
Mschr. Unfallheilk. 53, (1966), 103
- 157.FAIRBANK E. Congenital defects of femur, fibula
and tibia. Arch.Surg. 23, (1936), 349-91
- 158.FELIX W. Beziehungen des Nervensystems zur
Entzündung und zur Knochenregeneration.
Dtsch.Z.Chir. 193, (1925), 196
- 159.FELSENREICH zit.HEINEMANN (232).
- 160.FERRAND J., Les pseudarthroses postostéomyelitiques.
MARTINE M., Rev.Chir.orthop. 52, (1966), 29
SPORN Z.,
CHITOUR S.,
MEHDI M.
- 161.FEVRE M. Les pseudarthroses de jambe du nouveau-
né secondaires aux dystrophies cystiques
congénitales.
Rev. Chir.Orthop. 40, (1954), 305-13
- 162.FINLAY W.A. Treatment of certain cases of ununited
fractures. Edinb.med.Journ. 1878.
Vol.I, 696. zit.JÜNGLING (267).
- 163.FISCHER-WASELS J., Beitrag zur Hahn-Brandesschen
WILDE J. Plastik.
Z.Orthop. 84, 493 (1954).
- 164.FISCHER-WASELS J. Die "Hahn-Brandes'sche Plastik".
Z.Orthop. 102, (1967).
- 165.FITZWILLIAMS D.C.L.: Hereditary cranio-cleido-dysostosis.
Lancet 2, (1910), 1466

166. FOCO G. Pseudo-artrosi clavicolare.
Ann.Radiol-Diagnost.(Bologna)
18, (1946), 93-5
167. FORBES D.B. Subcortical iliac bone grafts in fracture
of the tibia.
J. Bone Jt.Surg. 43 -B, (1961), 672
168. FRANGENHEIM P. Angeborene Ostitis fibrosa als Ursache
einer intrauterinen Unterschenkel-
fraktur.
Arch.klin.Chir. 67, (1921), 22
169. FREUND E. Congenital defects of femur, fibula and
tibia. Arch.Surg. 33, (1936), 349-91
170. FRIEDEBOLD G. Verzögerte Knochenbruchheilung bei
Unterschenkelbrüchen: Phemisterspan
oder Marknagel.
Verh.dtsch.orthop.Ges. 51.Kongreß, 1964
171. FRIEDEBOLD G. Fortschritte der Extremitätenchirurgie
unter besonderer Berücksichtigung der
Stabilität.
Berl.Med.19, (1968), 415-99
172. FRIEDENBERG zit. HEINEMANN (232).
173. FRIEDRICH B. Zur Nachbehandlung von Osteosynthesen.
Münchn. med.Wschr. 115, (1973), 1003-8
174. FRIEDMANN Unilateral congenital glaucoms, neurofib-
romatosis and pseudarthrosis.
Arch. ophtal. (Chicago) 70, (1963), 294-301

- 175.FRIGO M. On congenital pseudarthrosis of the tibia. Clinico-radiological study of 4 cases.
Chir.Ital.suppl. 3, (1967), 72-86
- 176.FRÖHLICH L. Congenitale Verbiegung und Pseudarthrose des Unterschenkels.
Z. Chir. (1911) 2, 1265
- 177.FROELICH L. Congenitale Verbiegung und Pseudarthrosen des Unterschenkels. Wert der Periosttransplantationen.
Verh.dtsch.orthop.Ges. 2, (1910), 270
- 178.FROELICH R. Bericht über den 22.franz.Chirurgenkongress.
Zbl. Chir.I, (1910), 537
- 179.FROELICH T. Lues congenital praecox.
Nordisk Laerebog i Paediatrici II, (1941),
, 226-33
- 180.FROST H.M. Bone remodelling dynamics.
Springfield Ill.USA, Ch.C.Thomas 1963
zit. SCHWEIBERER (498).
- 181.GASNE E. Coudures et pseudarthroses congenitales de la jambe. Rev.Orthop. 18, (1907), 267
- 182.GETISSENDÖRFER R. Die Knochenspanplastik nach Phemister bei Pseudarthrosen.
Bruns Beitr. klin. Chir. 180, (1950), 419
- 183.GETISSENDÖRFER R. Beitrag zur Behandlung der Pseudarthrosen.
Verh.dtsch.orthop.Ges. 36, (1947), 220-4

184. GEORG H. Berichte über 74 in den Jahren 1949-53
 behandelten Tibiapseudarthrosen.
 Langenb. Arch. klin. Chir. 280, (1955), 178-89
185. GENEWEIN R. , Ursachen und Therapie der Pseudarthrosen.
 MOHR K.U., Münchn. med. Wschr. 110, (1968), 845-51
 RUEFF F.L.
186. GEROD zit. LINDEMANN (335).
187. GIBSON D.A., Congenital pseudarthrosis of the clavicle.
 CARROLL N.: J. Bone Jt. Surg 52-B, (1970), 629-43
188. GLOGOWSKI G., Zur Mineralogie und Enzymologie bei
 VIERNSTEIN K., Ossifikationsstörungen.
 TÄGER K.H. Z. Orthop. 107, (1969), 467
189. GLUGE Les incurvations et pseudarthroses congéni-
 tales de la jambe. Nancy. 1908
 zit. CAMURATI
190. GÖPFERT H. Ursachen der Mißerfolge bei der
 Pseudarthrosenbehandlung mittels Span-
 verpflanzung.
 Hefte Unfallheilk. 78, (1964), 120-23
191. GOLJANITZKY zit. LINDEMANN (335)
192. GOROWNY THOMAS Diskussionsbeitrag.
 J. Bone Jt. Surg. 52-B, (1970), 350
193. GOULD E.P. The bone changes occuring in von
 Recklinghausen's disease.
 Quarterly Journal of Medicine.
 11, (1918), 221
194. GRADIUSHKO N. Treatment of congenital and acquires

- pseudarthrosis and defects of leg bones
in children.
- Ortop.Travmatol. Protez. 31, (1970), 37-40
- 195.GRAFF U. Weitere Ergebnisse der Pseudarthrosenbe-
handlung mittels der Spananlagerung nach
Phemister.
- Bruns Beitr. klin. Chir. 187, (1955), 219
- 196.GRANZOW J. Intrauterin erworbene komplizierte
Spontanfraktur des Unterschenkels durch
amniotische Stränge.
- Zbl.Gynäk. 54, (1930), 2699-2702
- 197.GREEN W.T., Pseudarthrosis and neurofibromatosis.
RUDO N. Arch.Surg. 46, (1943), 639-51
- 198.GRAZIANO F. Contributo alla etiopatogenesi et alla
terapia della pseudartrosi congenita della
tibia et del perone.
- Chir. Org. Movim. 13, (1929), 245
- 199.GREEN: Frische Oberschenkelfraktur bei Neuge-
borenen.
- Zschr. Geburtshilfe. 41, (1899), 522-24
- 200.GROB M. Lehrbuch der Kinderchirurgie.
Thieme, Stuttgart 1957
- 201.GROB M. Über die Behandlung der angeborenen
Unterschenkelverkrümmung.
(Crus curvatum congenitum).
Schweiz. med. Wschr. (1945) p.951.

- 202.GROSSE Pseudarthrose des linken Unterschenkels.
Münchn. med. Wschr. (1900) p.33
zit. JÜNGLING
- 203.GÜNTHER Zit. PITZEN (433).
- 204.GUI L. Studio anatomico in due casi di
pseudarthrosi congenita della tibia.
ref. Z.Orthop.Chir. 109, (1949), 719
- 205.GUILLEMINET M. Sur le traitement de la pseudarthrose
congenitale du tibia.
Ref.Chir.Orthop. 39, (1953), 3-18
- 206.GUILLEMINET M., Wert der Marknagelung bei schwerer
CABANAC J. congenitaler Tibiapseudarthrose.
Lyon Chir. 54, (1958), 373
- 207.GUILLEMINET M., Pseudarthrose congenitale du tibia et
RICARD R.: son traitement. Paris Masson 1958.
- 208.GUILLEMINET M., Greffes osseuses transplants homogenes et
STAGNARA P., heterogenes.
DUBOIS T.: Rev.Orthop. 36, (1950), 511
- 209.GULEKE zit. SANDER u. STAUDE (478)
- 210.GULEKE Über die Pseudarthrosen der langen
Extremitätenknochen nach Schußfrakturen.
Arch.orthop. Unfall-Chir. 16, (1919), 230-
-54
- 211.GURLT E. Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen.
Berlin 1862
- 212.GURLT E. Über intrauterine Verletzungen des
fötalen Knochengerüsts vor und während
der Geburt, Mschr. Geburtstk. 2, (1857), 321-49

213. HAAS A. Zur Behandlung des angeborenen
Fibuladefektes. Zbl. Chir. 56, (1929), 38-41
214. HACKENBROCH M.H. Die Indikation zur Osteosynthese bei
der frischen kindlichen Verletzung.
Z.f.Kinderchir. Supplement zu Band 11
(1972).
215. HACKENBROCH M.H. Grundlagen der Orthopädie.
Handbuch der Orthopädie. Bd. 1.
Hrgr. HOHMANN, HACKENBROCH, LINDEMANN
Stuttgart, Thieme 1957
216. HACKENBROCH H.M.: Erweiterungen der Indikation zur
Osteosynthese beim Kind.
Verh. dtsh. orthop. Ges. 57. Kongreß, 1971
217. HACKENBROCH H.M. zit. KÜNTSCHER (305).
218. HACKENBROCH H.M. Orthopädisch-Chirurgischer Operations-
WITT A.N.: atlas. Band V. Unterschenkel und Fuß.
Thieme, Stuttgart 1973
219. HÄBLER T. Indikation und Gegenindikation zur
Marknagelung. Hefte Unfallheilk.
45, (1953), 68
220. HÄBLER T. zit. BISCHOFBERGER (42).
221. HAGLUND P. Die Prinzipien der Orthopädie.
Jena, Fischer 1923
222. HAHN E. Eine Methode, Pseudarthrosen der Tibia
mit großem Knochendefekt zur Heilung zu
bringen.
Zbl. Chir. 11, (1884), 337-41

223. HALLOCK Diskussionsbemerkung zu (69)
224. HALLOCK The use of multiple small bone
HALFORD transplants in the treatment of
pseudarthrosis of the tibia of congenital
origin or following osteotomy for the
correction of congenital deformity.
J. Bone Jt. Surg. 20, (1938), 648-60
225. HARDINGE K. The Mac Farland by-pass procedure in
infantile pseudarthrosis of the tibia.
Ann. R. Coll. Surg. Engl. 48, (1971), 6-8
226. HARNAPP O. Angeborene Clavicula-Pseudarthrose.
Beitr. Orthop. Traum. 12, (1965), 672
227. HASSELMANN W. Heilung einer angeborenen Tibia-
pseudarthrose mittels Marknagel und Tibia-
span.
Z. Orthop. 80, (1950), Heft 1
228. HASSLINGER W.M. Die Behandlung der Pseudarthrosen mittels
Spongiosaplastik nach Matti.
Zbl. Chir. 77, (1952), 2146
229. HATZOECHER zit. COBB (119).
230. HAYASHI K., Über intrapartum entstandene Unterschenkel-
MATSUOKA M. frakturen.
Arch. klin. Chir. 98, (1912), 417-27
231. HEIPERTZ W., Osteosynthese von Pseudarthrosen unter
NYAGA W.: Verwendung von Fremdknochenspänen.
Z. Orthop. 107, (1960), 696-710

- 232.HEINEMANN G. Probleme und Fortschritte der
Pseudarthrosenbehandlung.
Bruns Beitr. klin. Chir. 215, (1967), 75-89
- 233.HELLER W.,
DURST J.: Biochemische Untersuchungen bei
Pseudarthrosen.
Arch. klin. Chir. 327, (1970), 259-62
- 234.HENDERSON M.S. Pseudarthrosis of the tibia in children.
J. Bone Jt. Surg. 23, (1925), 340
- 235.HENDERSON M.S. Congenital pseudarthrosis of tibia.
J. Bone Jt. Surg. 10, (1928), 483-91
- 236.HENDERSON M.S. Non-union in fracture: the massive bone
graft. J. amer. med. Assoc. 81, (1923), 463
zit. OWEN (416).
- 237.HENNING M. Ein Fall von congenitaler doppelseitiger
Oberschenkelfraktur mit Nabelschnurum-
schlingung bei einem ohne Kunsthilfe
geborenen Kinde.
Diss. Berlin 1900
- 238.HERZOG K. Technik und Ergebnisse von Nagelungen
schwieriger Tibiabrüche und Pseudarthrosen.
Arch. klin. Chir. 287, (1957), 693-98
- 239.HERZOG K. Die Technik der geschlossenen Marknagelung
frischer Tibiafrakturen mit dem Rohrschlitz-
nagel. Chirurg 29, (1958), 501-6
- 240-HERZOG K. Fortschritte in der Pseudarthrosenbehand-
lung durch Marknagelung.
Bruns Beitr. klin. Chir. 207, (1963), 42-64

- 241.HEYMAN C.H., Congenital posterior angulation of the
HERNDON C.H.: tibia. J. Bone Jt. Surg. 31-A, (1949), 571-80
- 242.HILLEBRAND Ein weiterer Beitrag zur Behandlung der
Schenkelhalspseudarthrose.
Abwinkelung nach Pauwels.
Bruns Beitr. klin. Chir. 157 (1933).
- 243.HINTZE H. Über Pseudarthrosen und ihre operativen
Behandlungen. Diss. Halle 1883,
- 244.HOFFMEISTER W. Einwirkung von Knochenextrakt auf die
Knochenheilung.
Arch. klin. Chir. 173, (1932), 224
- 245.HOFMANN W. Über Schenkelhalsfrakturen bei Kindern.
Beitr. Orthop.Traum. 12, (1965), 672
- 246.HOHMANN G. Die Pseudarthrosen und die durch
Knochendefekte entstandenen Schlotter-
gelenke, Habilitationsschrift 1918.
Enke, Stuttgart 1921.
- 247.HOHMANN G., Handbuch der Orthopädie.
HACKENBROCH M.H., Thieme, Stuttgart 1961, Band IV, Teil I, II.
LINDEMANN :
- 248.HUGGLER A. Indikation und Wertung der Osteosynthese
an der oberen Extremität.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 52. Kongreß 1965
- 249-HUNTINGTON T.W. Case of a bone transference. Use of a
segment of fibula to supply a defect in
the tibia. Ann. Surg. 41, (1905), 249-251

250. ILIZAROV G.A., Bloodless treatment of congenital
GRACHEVA V.I.: pseudarthroses of the leg with
simultaneous liquidation of
shortening by the method of dosed
distraction.
Orthop. Travmatol. Protez. 32, (1971), 42-6
251. IMHÄUSER G. Der Schenkelhalsbruch des Kindes und seine
Komplikationen.
Arch. orthop. Unfallchir. 55, (1963), 274-88
252. INCLAM A. The use of preserved bone graft in
orthopaedic surgery.
J. Bone Jt. Surg. 24, (1942), 81
253. INGRAM A.J., Fractures of the hip in children.
BACHYNSKI H.: J. Bone Jt. Surg. 35-A, (1953), 876
254. INGLIS K. The pathology of congenital pseudarthrosis
of the tibia.
J. Coll. Surgeons. Australia. I, (1928), 194
zit. COMPERE
255. ISELIN M., Verzögerte Knochenbruchheilung.
AFANASIEFF A., Erniedrigung des Albumin-Globulin-
EGAWA T.: Quotienten. Hyperanaboler Kallus.
Arch. klin. Chir. 305, (1963), 41
256. JAFFE H.L. Tumors and tumorous conditions of the
bones and joints.
Philadelphia. W.B. Saunders Co. 1963 p. 174

257. JAKOBS G.E., Neurofibromatosis and pseudarthrosis.
KIMMELSTIEL P., Arch. Surg. 59, (1949), 232
THOMPSON K.R.:
258. JINKINS W.J. Congenital pseudarthrosis of the clavicle.
Clinical Orthopaedics and related research.
62, (1969), 183
259. JOACHIMSTHAL G. Über den angeborenen totalen Defekt des
Schienbeins.
Z. orthop. Chir. 2, (1894), 140
260. JOHNER T. Marknagelung oder Osteoplastik bei
Pseudarthrosenoperationen.
Schweiz. Med. Wschr. 93, (1963), 575-9
261. JONASCH E. Die angeborenen Verbiegungen und
Pseudarthrosen des Unterschenkels.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 56, (1964), 56-62
262. JONASCH E. Fehlerhafte Osteosynthese im Bereich des
Vorderarmschafts. Hefte Unfallheilk. 89 (1966).
263. JOVENEAU G. Pseudarthroses of the femoral diaphysis
of a 4-year-old-child.
Acta orthop. Belg. 27, (1961), 247-57
264. JUDET J. Treatment of congenital pseudarthrosis
of the leg by decortication, external
fixation and secondary reinforcement graft.
Rev. Chir. Orthop. 54, (1968), 503-10
265. JUDET R., La vascularisation des pseudarthroses des
os longs d'après une étude clinique et
ROY-CAMILLE R.: expérimentale.
Rev. Chir. Orthop. 44, (1958), 381

266. JUNGBLUTH K.H., Schenkelhalsfrakturen im Kindesalter.
DAUM R., Kinderchir. 6, (1968), 392-400
METZGER E.:
267. JÜNGLING O. Über Pseudarthrosen im Kindesalter.
Bruns Beitr.klin.Chir. 20, 649-742 (1914).
268. KAGER A. Bericht über Pseudarthrosenbehandlung
innerhalb von 20 Jahren.
Zbl. Chir. 86, (1961), 1011
269. KAMBEROGLOU K. Diskussionsbeitrag.
J. Bone Jt. Surg. 53, -B, (1971), 350
270. KARITZKY zit. PITZEN (433).
271. KATZENSTEIN zit. REDWITZ (448).
272. KELLEY zit. BIESIN (40)
273. KEY J.A. zit. SEYFARTH (505).
274. KEY J.A., The management of fractures, dislocations,
CONWELL H.E.: and sprains. London Kimpton 1956
275. KIRMISSON E. Traité des maladies chirurgicales
d'origine congenitale. Paris 1898.
276. KIRMISSON M., zit. JÜNGLING. (267).
AUFFRET.
277. KIRSCHNER M. Behandlung der Pseudarthrosen.
Verh. dtsch. orthop. Ges. II, (1923), 532
278. KITE N.J. Congenital pseudarthrosis of the tibia
and fibula. Report of 15 cases.
Southern Med. J. 34, (1941), 1021-32
179. KITE J.H. Congenital pseudarthrosis of the
clavicle.
Southern Med. J. 61, (1968), 703-10

- 280.KITE J.H., Fractures of the hip in the young.
LOVELL M.W., J. Bone Jt. Surg. 44-A, (1962), 1711
ALLMAN F.L.:
- 281.KITE J.H. Diskussionsbemerkung:
South. Med. J. 53, (1960), 931
- 282.KLUG W., Ergebnisse der Spananlagerung nach
SCHUMANN D.: Phemister mit autoplastischen und homo-
plastischen Knochenspänchen.
Chirurg 37, (1966), 354
- 283.KNIGHT R.A. Congenital Anomalies.
in Campbell's Operative Orth.
St.Louis 1956
- 284.KNÖFLER Behandlung und Ergebnisse bei angeborenen
Unterschenkel pseudarthrosen.
Beitr.Orthop. Traumat.16, (1969), 629-40
- 285.KOCH K. Ein Beitrag zur Pathogenese der
intrauterinen Frakturen.
Monatsschrift f. Geburtsh. u. Gynäk.
101, (1935), 11-16
- 286.KOCH F., Die Clavicularpseudarthrose, ihre
PAPADIMITRIOU G., Entstehung und Behandlung.
et al. Mschr.Unfallheilk. 74, (1971), 330-7
- 287.KOSIC H. Kongenitale Pseudarthrosen.
Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung
32, (1941), 27
- 288.KOSTIC L.C. Congenital pseudarthrosis of the leg.
Int. Surg. 47, (1967), 236-42

- 289.KOTZENBERG 2 Fälle von Pseudarthrosen des
Schenkelhalses nach Fraktur im
jugendlichen Alter.
Arch. klin. Chir. 82, 191-202
- 290.KRAMER O. Ein Fall angeborener (intrauteriner)
complicirter Fractur des Unterschenkels.
Münchn. med. Wschr. (1900) p.1238-9
- 291.KRAUS W., Die Heilung von Pseudarthrosen und
LECHNER F.: Spontanfrakturen durch strukturbildende
elektrodynamische Potentiale.
Münchn. med. Wschr. 114, (1972), 1814-19
- 292.KREBS H., Frakturen bei Neugeborenen und Kindern.
STREICHER H.J.: Arch.orthop. Unfall-Chir. 52, (1961), 413
- 293.KREUZ L. Kritische Betrachtungen zur
Morphologie der angeborenen Coxa vara.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 28, (1930), 106
- 294.KUKHTIAK M. Theoretical prerequisites for suegical
collateral polysynostosis and transplan-
tation of the fibula.
Orthop.Travmatol.Protez. 32, (1971), 40-1
- 295.KÜMMEL W.: Mißbildungen der Extremitäten durch
Defekt, Verwachsung und Überzahl.
zit. JÜNGLING.
- 296.KÜNTSCHER G. Die Technik der Marknagelung.
Gemeinsam mit B. Maatz. Leipzig 1945

- 297.KÜNTSCHER G.: Das Aufweiten der Markhöhle bei der
Behandlung der Pseudarthrose und der
frischen Fraktur.
Chirurg 25, (1954), 209
- 298.KÜNTSCHER G.: Der Wirkungsmechanismus des
Phemister-Spans.
Chirurg 26, (1955), 33
- 299.KÜNTSCHER G.: Die Ursachen der Kallusbildung bei der
Frakturheilung.
Bruns Beitr. klin. Chir. 191, (1955), 189
- 300.KÜNTSCHER G. Geschlossene Marknagelung des Unterschen-
kels.
Chir.Praxis 1, (1957), 73-8
- 301.KÜNTSCHER G. Die Technik des Aufweitens der Markhöhle.
Chirurg 30, (1958), 28
- 302.KÜNTSCHER G. Die Behandlung der Pseudarthrose.
Chir.Praxis. 1, (1958), 63
- 303.KÜNTSCHER G. Die Behandlung der Pseudarthrosen im
Kindesalter.
Arch. klin. Chir. 304, (1963), 610
- 304.KÜNTSCHER G. Ursachen der Mißerfolge bei der
Pseudarthrosenbehandlung mittels Span-
verpflanzung.
Hefte Unfallheilk. 78, (1964), 134-7

- 305.KÜNTSCHER G.: Weitere Fortschritte auf dem Gebiet
der Marknagelung.
Langenb. Arch. klin. Chir. 316, (1966), 224-31
- 306.KÜNTSCHER G. Die Behandlung der Pseudarthrosen des
Unterarms.
Hefte Unfallheilk. 89, (1966).
- 307.KÜNTSCHER G. Die Behandlung der Pseudarthrosen mittels
geschlossener Marknagelung.
Arch.klin. Chir. 325, (1969), 959-65
- 308.LANGE M. Entstehung und Behandlung einer
Pseudarthrose in einer alten Femur-
fraktur.
Münchn. med. Wschr. (1925), Nr. 21 p854-6
- 309.LANGE F. Bolzung der Schenkelhalspseudarthrose.
Z.Orthop.Chir. 58, (1932), 204
- 310.LANGE M. Die Gefahr der Pseudarthrosenbildung
und Femurkopfnekrose nach Schenkelhals-
und Schenkelkopfbrüchen Jugendlicher.
Z. Orthop. 57, (1932), 531
- 311.LANGE M. Über die Ausbildung von Femurkopf-
nekrosen nach knöchern verheilten
Schenkelhalsbrüchen Jugendlicher.
Verh. dtsh.orthop. Ges. 27, (1932), 76
- 312.LANGE M. Die Behandlung der Schenkelhalsbrüche.
Münchn. med.Wschr. (1932), p.1562.

313. LANGE M. Diskussionsbemerkung.
Zbl.Chir. 68, (1941), 21
314. LANGE M. zit. DROST
315. LANGE M. Zur operativen Behandlung von Unterschenkel-pseudarthrosen.
Verh.dtsch.orthop.Ges. 72, (1941), 158-60
316. LANGE M. Orthopädisch-chirurgische Operationslehre.
München 1951
317. LANGE M. Wandel in der Behandlung der Pseudarthrosen.
Helv.Chir.Acta 20, (1953), 385
318. LANGE M. zit. WITT (577).
319. LANGE M. Orthopädisch-chirurgische Operationslehre.
Neueste Operationsverfahren.
Bergmann München 1968.
320. LANGENSKIÖLD A. Pseudarthrosis of the fibula and progressive valgus deformity of the ankle in children: treatment by fusion of the distal tibial and fibular metaphysis.
Review of 3 cases.
J.Bone Jt.Surg. 49 -A(1967), 463-70
321. LANGNESS U. Biochemische Untersuchungen zur
BEHNKE Osteogenesis imperfecta.
Dtsch.med.Wschr. 95, (1970), 213-221
322. LAURENT L.E. Experience of tibio-fibular-osteosynthesis in tibial defects.
Acta chir. scand. 103, (1952), 32

- 323.LEE M. Congenital absence of the fibula with associated deformity of radius.
Proc. Royal Soc. Med. 27, (1933), 1257-9
- 324.LEE M. Congenital absence of ulna with associated deformity of radius.
Proc. Royal Soc. Med. 27, (1933), 1268-9
- 325.LEITZ G. Zum Problem der Behandlung von Schenkelhalspseudarthrosen.
Hefte Unfallheilk. 91, (1967), 66-9
- 327.LENGTON zit. JÜNGLING
- 328.LEXER E. Doppelte Unterschenkelpseudarthrose.
Münchn. med. Wschr. 79, (1932), 1422
- 329.LEXER E. Operation und Erfolge bei veralteten, mehrfach operierten Pseudarthrosen.
Zbl. Chir. 63, (1936), 913
- 330.LEXER E. Über die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen und nach Knochentransplantationen.
Langenb. Arch. klin. Chir. 119, (1922), 520
- 331.LEXER E. Die freien Transplantationen.
Stuttgart Enke 1924
- 332.LINDEMANN K. Zur Behandlung der Pseudarthrosen.
(Aufsplitterung nach Kirschner).
Arch. orthop. Unfall-Chir. 26, (1928) Heft 2
- 333.LINDEMANN K. Zur Pathogenese der angeborenen Unterschenkelpseudarthrose.
Z. Orthop. 74, (1943), 256-71

- 334.LINDEMANN K. Ergebnisse der operativen Behandlung
der kongenitalen Unterschenkel-
pseudarthrose.
Verh.dtsch.orthop.Ges.80, (1951), 271-2
- 335.LINDEMANN K. Die angeborenen Deformitäten des Unter-
schenkels
in "Handbuch der Orthopädie IV/II.
S.741-811 Thieme Stuttgart 1961
- 336.LLOYD-ROBERTS G.C.The prevention in pseudarthrosis in
SHAW N.E.: congenital kyphosis of the tibia.
J. Bone Jt.Surg 51-B, (1969), 100-5
- 337.LLOYD-ROBERTS G.C.:Diskussionsbeitrag
J.Bone Jt.Surg 52-B , (1971), 350
- 338.LOB A.: Die Behandlung der Vorderarmschaftpseudar-
throsen.
Hefte Unfallheilk. 89, (1966).
- 339.LOMBARD P. Notes sur le pathogénie des courbures
et pseudarthroses congénitales de
jambe.
Rev.Chir.Orthop. 40, (1954), 314-322
- 340.LOOSER E. Über Spätrachitis and Osteomalacie.
Klinische, röntgenologische und
pathologisch-anatomische Untersuchungen.
Dtsch. Z. Chir. 152, (1920), 210

341. LORENZ A. Über die Behandlung der irreponiblen
angeborenen Hüftluxation und der
Schenkelhalspseudarthrose mittels
Gabelung. (Bifurkation des oberen
Femurendes).
Wien. klin. Wschr. 997, (1919),
342. LUBINUS H. Zur operativen Beseitigung angeborener
Unterschenkeldefekte.
Dtsch. Z. Chir. 228, (1930), 281-8
343. MAATZ R., Die Knochenbildungsfähigkeit konser-
LENTZ W., vierter Späne.
GRAF R.: Zbl. Chir. 77, (1952), 1376
344. MAATZ R., A method of bone maceration.
BAUERMEISTER A.: Results in animal experiments.
J. Bone Jt. Surg. 39-A, (1957), 153
345. MC CARROLL H. R.: Clinical manifestations of neurofibro-
matosis.
J. Bone Jt. Surg. 32, (1950), 601
346. MC FARLAND J.: Pseudarthrosis of the tibia in children.
J. Bone Jt. Surg. 33-B, (1948), 36-46
347. MC DOUGALL A. Fractures of the neck of the femur in
childhood.
J. Bone Jt. Surg. 43-B, (1961), 16
348. MC FARLAND B.: Birth fracture of the tibia.
Brit. J. Surg. 27, 706-12 (1939).
349. MC ELVENNY zit. KNÖFLER

- 350.MADSEN E.T.: Congenital angulations and fractures
of the extremities.
Acta Orthop. Scand. 25, (1956), 242-80
- 351.MAGNUS G. Frakturen und Luxationen.
Springer Berlin 1923
- 352.MAGNUS zit. PITZEN (433).
- 353.MAGNUS zit. SANDER-STAUDE (478).
- 354.MAGNUSON R. Coxa vara infantum.
Acta orthop Scand. 78, (1949), 47
- 355.MALAINNE zit. RAVOTH (446).
- 356.MANZONI A. Beiträge zur operativen Behandlung der
langen Knochen.
Arch. orth. Unfall-Heilk. 59, (1966), 46-55
- 357.MARAGLIANO zit. BÜTNER u. EYSHOLDT
- 358.MARCH H.C. Congenital pseudarthrosis of the
clavicle.
J.Canad.Ass.Radiol. 19, (1968), 167-9
- 359.MARMOR L. Congenital pseudarthrosis of the tibia.
Implantation of bladder mucosa as an
adjunct operative treatment. A case failure.
Amer.J.Orthop. 5, (1963), 262-3
- 360.MARMOR L. Repair of congenital Pseudarthrosis of the
clavicle.
Clinical Orthopaedics and Related Research.
46, (1966), 111

361. MARNEFFE R. de: Pseudarthroses of the long bones.
Present state of its treatment.
Arch. Belg. med. Societ. 27, (1969), 20-39
362. MARSH H. O. Deformed legs. Congenital pseudarthroses
of the tibia.
J. Kansas Med. Soc. 68, (1967), 456-62
363. MATHIEU Pseudarthroses du tibia chez un jeune
enfant. Guérison par greffes
ostéopériostiques.
Rev. Orthop. 36, (1929), 286
364. MATTI Über die Behandlung von Pseudarthrosen mit
Spongiosatransplantationen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 31, (1932), 218
365. MATTI H. Über die freie Transplantation von
Knochenspongiosa.
Arch. klin. Chir. 168, (1932), 236
366. MATTI H. Technik und Resultate meiner
Pseudarthrosenoperationen.
Zbl. Chir. 63, (1936), 1442.
367. MATTNER H. R. Schenkelhalsfrakturen im Kindesalter.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 45, (1958), 473
368. MATZEN P. E. Beobachtungen zum Krankheitsbild des
Crus varum congenitum und der angeborenen
Unterschenkel pseudarthrose.
Zbl. Chir. 80, (1955), 1375-85
369. MATZEN P. E. zit. HEINEMANN

- 370.MAYR O. Die Behandlung der Schenkelhals-
pseudarthrose mit der Tibiaspanbolzung.
Verh.dtsch. orthop. Ges.58, (1932), 77-8
- 371.MEDAWAR P.B. Iso-antigenes.
in:Biological problems of grafting.
edit. by ALBERT and MEDAWAR.
Oxford,Blackwell scientif. Publ. (1959).
- 372.MERLE d'AUBIGNÉ:Pseudarthrose du col du fémur.
Presse med. (1958), 813-4
- 373.MERLE d'AUBIGNÉ R.:Surgical treatment of non-union of
long bones.
J. Bone Jt. Surg. 31-A, (1949), 256
- 374.MERLE d'AUBIGNÉ R., Traitement des troubles de la
LAMARC J.P.: consolidation des fractures de jambe.
Chir. Réparatrice.23, (1955), 57
- 375.MERLE d'AUBIGNÉ R., Pseudarthroses et cals vicieux de
LAVIGNE J. l'extrémité inférieure du fémur.
Rev.Chir. Orthop. 44, (1958), 402-15
- 376.MERLE d'AUBIGNÉ R.:Treatment of diaphysal
pseudarthrosis.
Rev. Chir. Orthop. 49, (1963), 3-15
- 377.MERLE d'AUBIGNÉ R.:Cylindrical homografts in the
treatment of congenital pseudarthrosis
of the leg.
Rev. Chir. Orthop. 56, (1970), 77-82

378. MERKULOV S.P.: Tibio-fibular synostosis in complicated
crural pseudarthrosis.
Vestn. Khir. 105, (1970), 63-5
379. MESSING K.: Aussprache über das Thema der angeborenen
Unterschenkelpseudarthrose.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 38, (1951), 274-5
380. MICHEL C.R., Le traitement de l'absence congénitale
GUILLEMINET M.: du tibia et ses résultats éloignés.
Rev. Chir. Orthop. 44, (1958), 125-52
381. MIDDLETON D.S. Studies on prenatal lesions of strated
muscle as a cause of congenital
deformity.
Edinburgh Med. J. 41, (1934), 401-42
382. MITTELMEIER Folgezustände nach kindlichen Ellenbogen-
verletzungen.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 56. Kongr. (1969).
383. MOORE B.H.: Some orthopaedics relationship of
neurofibromatosis.
J. Bone Jt. Surg. 23, (1941), 108-40
384. MOORE J.R. Delayed autogenous bone graft in the
treatment of congenital pseudarthrosis.
J. Bone Jt. Surg. 31-A, (1949), 23-39
385. MOSER H. Zur Frage der Nagelung jugendlicher
Schenkelhalsbrüche.
Wien. klin. Wschr. 61, (1949), 55

- 386.MOSKIN V.J.A. Résultats des ostéoplasties pour les
defects osseux du tibia après osteo-
myélite hémalogène.
Ortop.Travmatol.Protez. 23, (1962), 37
- 387.MOSZKOWICZ L. Zum Ersatz großer Tibiadeфекte durch die
Fibula.
Langenb. Arch. klin. Chir. 108, (1917), 221-9.
- 388.MOUTIER G. Pseudarthrose congénitale de la jambe,
traitée par la greffe ostéo-periostique
de Délagenière.
Rev. Orthop. 14, (1927), 339
- 389.MOYSON F. A propos de la pseudarthrose congénitale
du tibia.
Acta chri. Belg. 69, (1970), 703-9
- 390.MÜLLEDER A. Zur Frage der Fibulaimplantation bei
großen Tibiadeфекten.
Zbl. Chir. (1929), II, 1924
- 391.MÜLLER H.J. Die Therapie der Schenkelhalspseudarthrosen
und die dabei möglichen Komplikationen.
Hefte Unfallheilk. 78, (1964), 112-6
- 392.MÜLLER M.E. Helv. Chir. Acta. 28, (1961), 198
- ALLGÖWER M.:
- 393.MÜLLER M.E., Manual der Osteosynthese.AO-Technik.
ALLGÖWER M., Springer Berlin 1969
- WILLENEGGER H.:

404. NUSSBAUM zit. PITZEN (433).
405. OBERNIEDERMAYR A.: Lehrbuch der Chirurgie und
Orthopädie des Kindesalters.
Springer Berlin 1959
406. ODELL T., The conservative treatment of fractures
LEYDIG S.M.: in children.
Surg., Gynec., Obstetr. 92, (1951), 69
407. OHNSORGE Ionenoptische Untersuchungen der
Passivschicht von Metallimplantaten.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 58. Kongr. (1971).
408. OLDENBURG D. Spätergebnisse einer osteomyelitischen
Tibiapseudarthrose.
Z. Orthop. 96, (1962), 283
409. OLLERENSHAW R.: Congenital defects of the long bones
of the lower limb.
J. Bone Jt. Surg. 7, (1925), 528-52
410. OLLIER Traité des resections.
I, (1885), 536, zit. JÜNGLING.
411. OLLIER L. Traité experimental et clinique de la
régénération des os et de la production
artificielle du tissue osseux.
Victor Masson et fils, Paris 1867
412. ORELL S. Experimentalchirurgische Studie über
Knochentransplantate und ihre Anwendung
in der prakt. Chirurgie.
Dtsch. Chir. 232, (1931), 701

413. ORELL S. Studien über Knochenimplantation und Knochenneubildung. Implantation von "os purum" sowie Transplantation von "os novum".
Acta chir. scand. 74, (1934), 274
414. OSTAPOWICZ G.: Pseudarthrose und ihre Thera pie.
Bruns Beitr. klin. Chir. 205, (1962), 1-26.
415. ONDROUCH A. Beitrag zur Behandlung der angeborenen Pseudarthrose des Unterschenkels.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 60, (1966), 138-47.
416. OWEN R. Congenital pseudarthrosis of the clavicle.
J. Bone Jt. Surg. 52-B, (1970), 644-51
417. PADGETT E.C.: Plastic and reconstructive surgery.
Charles C. Thomas, Springfield 1948
418. PAIS C. La pseudarthrose congénitale du tibia.
Rev. orthop. 39, (1953), 701-7
419. PAPADIMITRIOU D.: Fractures of the neck of the femur in children.
Amer. J. Surg. 95, (1958), 132-7
420. PAUWELS F. Neue Methode zur Behandlung der Schenkelhalspseudarthrose.
Zbl. Chir 52, (1925), 220
421. PAUWELS F. Grundriß einer Biomechanik der Frakturheilung.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 72, (1940), 62-108

422. PAUWELS F. Grundsätzliches über Indikation und Technik der Umlagerung bei Schenkelhalspseudarthrosen.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 262, (1949),
404-22
423. PAUWELS F. Der Schenkelhalsbruch, ein mechanisches Problem.
Stuttgart, Enke 1953
424. PELZL H. Fehler und Gefahren der Osteosynthese.
Fortschr. Med. 88, (1970), 1303-7
425. PERREN S.M., Kortikale Knochenheilung.
HUGLER A., Acta orthop. Scand.
RUSSENBERGER M., Suppl. Nr. 125.
STRAUMANN F., Munksgaard, Kopenhagen 1969
MÜLLER M.E.,
ALLGÖWER M.:
426. PESAGNO Sulla pseudartrosi della clavicola.
Radiol. med. (Torino), 40, (1954), 885
427. PETROKOW zit. HEINEMANN
428. PFAB B. Erfahrungen über eine 10-jährige Pseudarthrosenbehandlung.
Arch. orth. Unfall-Chir. 38, (1937), 90-113
429. PFLÜGER W. Operativer Beinausgleich bei Fibulaaplasie und bei Coxa vara congenita.
Vereinig. der Orthopäden Österreichs.
Wissenschaftl. Sommertagung 1971

430. PHEMISTER D.B. Über Knochentransplantationen als Behandlungsmethode bei verzögerter und nicht erfolgter Konsolidation von Frakturen.
20 th Ann. clin. Congr. of Amer. Coll. of Surg. Philadelphia 1930
431. PHEMISTER D.B. Treatment of ununited fractures by onlay bone grafts without screw or tie fixation and without breaking down of the fibrous union.
J. Bone Jt. Surg. 29-A, (1947), 946
432. PIQUÉ J.A. Pseudarthrosis congenita de la tibia.
ref. Zbl. Chir. (1933), III, 2780
433. PITZEN P. Die Pseudarthrosen.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 34, (1940), 109-38.
434. PITZEN P. Zur Diagnose und Behandlung des Crus varum congenitum und der angeborenen Pseudarthrose der Unterschenkelknochen.
Z. Orthop. 75, (1945), 183
435. PITZEN P. Aussprache zum Thema der angeborenen Unterschenkelpseudarthrose.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 80, (1951), 273-4.
436. PITZEN P. zit. EXNER (150).
437. PLETTNER Dtsch. med. Wschr. (1890), Nr. 13
438. PROBST J. Erfahrungen mit der Plattenosteosynthese in Verbindung mit der Spongiosaplastik bei Unterarmpseudarthrosen und Fehlstellungen.
Hefte Unfallheilk. 87, (1966).

439. PROBST Diskussion zu BÖHLER (59).
440. PURVIS M.D., Dual bone graft for congenital
HOLDER J.E.: pseudarthrosis of the tibia.
Variations of technic.
Southern med. J. 53, (1960), 926-31
441. PUTTI V. Die operative Behandlung der
Schenkelhalsbrüche.
Enke Stuttgart (1942).
442. RAISCH zit. SEYFARTH
443. RATLIFF A.H.C.: Fractures of the femoral neck in
children.
J. Bone Jt. Surg. 43-B, (1961), 174
444. RATLIFF A.H.C.: Fracture of the femoral neck in
children.
J. Bone Jt. Surg. 44-B, (1962), 528
445. RANDELLS Clinical contribution to the etio-
pathogenesis and treatment of pseudarthro-
sis of the tibia.
Arch. orthop. Milano, 73, (1960), 835-54
446. RAVOTH Klinik der Knochen und Gelenkkrankheiten.
Berlin 1856, p. 45-47
447. RECKLINGHAUSEN F. von: Über die multiplen Fibrome der
Haut und ihre Beziehung zu den
multiplen Neuromen.
Berlin 1882 Hirschwald.

448. REDWITZ von: Der derzeitige Stand der Pseudarthrosen-
frage.
Arch. klin. Chir. 182, (1935), 679
449. REHN J.: Die posttraumatische Pseudarthrose,
ihre Entstehung und Therapie.
Hefte Unfallheilk. 94, (1968), 5-15
450. REHN J.: zit. KNÖFLER
451. REICHEL Zur Behandlung schwerer Folgen von
Pseudarthrosis, Beitrag zur Behandlung
der sog. intrauterinen Frakturen des
Unterschenkels.
Arch. klin. Chir. 71, (1903), 639
452. REICHEL Diskussionsbemerkung zu FROELICH (176).
453. RENTOUL J. L. Fracture in utero.
Brit. med. J. II, (1912), 13
454. RETTIG H. Fra kturen im Kindesalter.
München, Bergmann 1957
455. RETTIG H. Die kindliche Schenkelhalsfraktur und ihre
Spätfolgen.
Hefte Unfallheilk. 91, (1967), 70-2
456. RICARD R. Traitement de la pseudarthrose
congénitale de jambe.
Rev. Orthop. 39, (1953), 1
457. RICHTER Über die Behandlung nicht geheilter
Knochenbrüche bei Kindern.
Diss. Göttingen 1900
- 450a. REHN J. Unfallverletzungen bei Kindern
Springer-Verlag Berlin 1974

458. RIEDINGER zit. JÜNGLING
459. RIGAULT P., Fractures du femur chez l'enfant.
ISELIN F., Rev.Chir.Orthop. 52, (1966), 325
MOREAU J.,
JUDET J.:
460. RIVIER C., Présentation d'un cas d'ostéomyélite
VULLIEMIN P.: du nouveau-né.
Ann.Paediatr. 180, (1953), 329-32
461. ROKKANAN P., Subcortical bone grafting in the
SLÄTIS P., treatment of delayed union of tibia
KALLIO E.: shaft fractures.
Acta Chir. Scand. 133, (1967) 523.
462. ROSENFELD W.: Die Fibula als Sperrknochen.
Zbl. Chir. 83, (1957), 68-73
463. ROSENFELD W. Osteotomie oder subperiostale
Resektion der sperrenden Fibula.
Zbl. Chir. 83, (1958), 867-82
464. ROSTOCK P. Recidivpseudarthrose beim Kleinkind.
Zbl. Chir. 65, (1938), 939-43
465. ROTH H. Spätresultate bei Pseudarthrosen-
operationen mit konservierten Knochen-
spänen.
Langenb. Arch. klin.Chir. 276, (1953), 183.
466. ROUX : zit. HEINEMANN
467. ROY-CAMILLE R.: Congenital pseudarthrosis: shortening of
the limb and decortication.
J. Chir. 97, (1969), 433-9

469. RÜTHER H.: Zur Behandlung der Schenkelhals-
pseudarthrosen.
Verh. dtsch. orthop. Ges. Kongr. 1947, p. 229.
470. RYDYGIER L. Neue Methode zur Behandlung von
Pseudarthrosen.
Dtsch. med. Wschr. 4, (1878), 343
zit. JÜNGLING
471. SABATINI A case of congenital pseudarthrosis.
Pediatrie 16, (1961), 523-5
472. SAGE F.P. Congenital Anomalies.
in "Campbell's operative Orthopaedics.
Ed. 4, Vol. 2, p. 1652-1778
St. Louis Mosby.
473. SAINT-CYR J.J.M.: Des fractures intrautérines de la jambe.
Thèse Paris Nr. 532
zit. JÜNGLING.
474. SANTESSON Fall af ute blifren Kallusbildning etc.
Hygien. Sv. läk. sällak. fört. 117
zit. JÜNGLING.
475. SAINT-PIERRE L.: Pseudarthrose congénitale de la
clavicule droite. Annales d'anatomie path.
et d'anatomie normale médico-chirurgicale.
7, (1930), 625.
476. SAINTON Revue d'orthop. (1898), p. 399
zit. JÜNGLING.

- 477.SAKELLARIDES H.:Pseudarthrosis of the clavicle.
J.Bone Jt. Surg. 43-A,(1961),130
- 478.SANDER E.,
STAUDE G.: Ursachen und Behandlung der
Pseudarthrosen langer Röhrenknochen.
Zbl. Chir. 93, (1968), 680-9
- 479.SAMOILLOW,
RUMANTZEVA Wiederherstellung von Tibiadeфекten
nach der Methode von Hahn.
Orthop.Travmatol.Protez. 23, (1962), 32
- 480.SCHEIER H.: Zur kongenitalen Tibiapseudarthrose.
Z. Orthop. 102, (1967), 469-72
- 481.SCHENK et al. Experimentell.histologischer Beitrag
zur Entstehung und Behandlung von
Pseudarthrosen.
Hefte Unfallheilk. 94, (1968), 15
- 482.SCHERB R. Zur Ätiologie congenitaler und
congenital bedingter Fußdeformitäten
mit besonderer Berücksichtigung des pes
equino varus cong.
Acta Chir. Scand. 67, (1930), 717
- 483.SCHERB R. Einige Richtlinien in der Behandlung
angeborener Mißbildungen.
Schweiz. med. Wschr. 1937, p.261
- 484.SCHINK. W. Pathophysiologie der Pseudarthrose.
Langenb. Arch. klin. Chir. 325, (1969),
804-15
- 485.SCHLEISSMANN zit.WITT-KNOLLE
- 486.SCHLÖSSMANN zit. LINDEMANN (335).

- 489.SCHMIEDEN V.: Die Behandlung der Pseudarthrose und der verspäteten Kallusbildung mit Blut-einspritzung.
Med.Klinik. 2, (1907), 197
- 490.SCHRAMM W. Über die kombinierte Anwendung von Osteosynthese und autoplastischer Spongiosatransplantation bei bestimmten Pseudarthroseformen.
Hefte Unfallheilk. 94, (1968).
- 491.SCHRAMM W.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Transplantation autoplastischer Spongiosa.
Hefte Unfallheilk. 104, (1970).
- 492.SCHULITZ, Zur Behandlung der Pseudarthrosen im
WALCHER K. Kindesalter.
Hefte Unfallheilk. 94, (1968).
- 493.SCHULZ O.E.: La fracture intrauterine de la jambe et son traitement par implantation d'une greffe osseuse.
Rev. Orthop. 33, (1926), 211
- 494.SCHUMANN H.D.: Lexerplastik oder Phemisterplastik.
Langenbecks Arch.klin. Chir. 282, (1955), 667
- 495.SCHUSTER J.: Metallurgische Untersuchungen von Osteosynthesematerial aus V 4-A Stahl.
Msch. Unfallheilk. 73, (1970), 13-26

- 496.SCHWARZ E.: Was wird aus der Schenkelhalsfraktur
des Kindes?
Beitr. klin. Chir. 88, (1914), 125
- 497.SCHWEIBERER L., Der osteogenetische Wert des heterologen
ABEL H., Macerationsspanns nach Maatz und Bau-
DOENECKE , meister.
HOFMEISTER G., Chir.Plast. et Reconstr. 4, (1967), 33
MÜLLER J.,
WÖRNER D.:
- 498.SCHWEIBERER L.: Experimentelle Untersuchungen von
Knochentransplantaten mit unveränderter
und mit denaturierter Knochengrundsub-
stanz. Ein Beitrag zur kausalen Osteogenese.
Beih. Monatsschr. Unfallheilk. 103, (1970).
- 499.SCOTT C.L.: Congenital pseudarthrosis of the tibia.
Amer.J.Roentgenol. 42, (1939), 104
- 500.SEARLE A.W.: Diskussionsbemerkung.
J.Bone Jt. Surg. 52-B, (1970), 393
- 501.SEDDON H.J.: Necrosis of the head of the femur
following fracture of the neck in
a children.
Proc.roy.soc.med. 58, (1936), 210
- 502.SEEHOLZER , Die Behandlung der Vorderarmschaft-
LAUBER : pseudarthrose mittels
Küntscher-Marknagelung.
Hefte Unfallheilk. 89, (1966).

503. SEEWALD K.: Zur Lokalisation und Behandlung der angeborenen Schienbeinpseudarthrose.
Z.Orthop. 96, (1962), 42-5
504. SENTI MONTAGUT V. Tratamiento de las pseudartrosis de los
et al.: huesos largos.
Rev.ortop.Traum. Ed.iber. 12, (1968), 1-115.
505. SEYFARTH H.: Zur Therapie der Frakturen im Kleinkindesalter.
Zbl.Chir. 83, (1958), 72
506. SICKMANN Ein Beitrag zur Pauwels'schen subtrochanteren Keilosteotomie bei der Schenkelhalspseudarthrose.
Z.Chir. 229, (1930), 336-42
507. SIEBER E. Ergebnisse mit kältekonservierten homoioplastischen Knochenspänen spez. bei der Pseudarthrosenoperation nach Phemister.
Arch.klin. Chir. 279, (1954), 69
508. SIMONETTI E. Congenital pseudarthrosis of the femur
et al.: neck.
Arch.Putti Chir.Organi Movimento 26, (1971), 318-33
509. SKREDE O.: Pseudartrosis congenita.
Nord. Med. 86, (1971), 10-38
510. SMITH R.R.: Intra-uterine fracture. Report of a case and review of the literature.
Surg., Gynec. and Obstetr. 17, (1913), 346-56.

511. SNURE H.: Intra-uterine fracture, Case report and review of roentgenological findings.
Radiology 13, (1929), 362-5
512. SOEUR R.: Une nouvelle conception du traitement de le pseudarthrose congénitale du tibia.
Rev. Orthop. 32, (1946), 15-24.
513. SOEUR R.: La pseudarthrose du tibia, ses causes, son traitement chirurgical.
Acta Orthop. Belg. 12, (1946), 48-59
514. SOCIN zit. JÜNGLING.
515. SOFIELD H.A.: Congenital pseudarthrosis of the tibia.
Clinic Orthop. 76, (1971), 33-43
516. SOFIELD H.A., MILLIAR E.A.: Fragmentation, realignment and intra-medullary rod fixation of deformities of the long bone in children.
J. Bone Jt. Surg 41-A, (1959), 321-91
517. SPERLING M.: Über die Aetiologie der sog. intra-uterinen Fracturen an den Extremitäten im besonderen der Unterschenkelknochen.
Z. Geburtshilfe 24, (1892), 225-74
518. STALMANN A.: Nerven-, Knochen- und Hautveränderungen bei der Neurofibromatosis Recklinghausen und ihre entstehungsgeschichtlichen Zusammenhänge.
Virchows Archiv path. Anat. 289, (1933), 96.

519. STANKOVIC P., Experimentelle Untersuchung über die
KAESSMANN H.J.: Sperrwirkung der intakten Fibula unter
Bedingungen der verzögerten Heilung
einer Tibiafraktur.
Mschr. Unfallheilk. 74, (1971), 272-6
520. STONE J.S.: Partial loss of the tibia. Replaced
by transfer of the fibula with
maintenance of both malleoli of
the ankle.
Ann. Surg. 46, 628-32 (1907).
521. STOEREN H. Old clavicular pseudarthrosis with late
appearing neuralgias and vasomotoric
disturbances cured by operation.
Acta Chir. Scand. 94, 187
zit. OWEN
522. STOTZ Die Fibularesektion bei Pseudarthrosen
und verzögerter Knochenbruchheilung des
Schienbeins.
Zbl. Chir. 69, (1942), 1418-30
523. STRACKER M.: Mitanolagerung der Fibula bei großen
Tibiadefekten.
Zbl. Chir. 53, (1926), 2132
524. STRACKER O.: Varuskrümmung des Unterschenkels.
Z. Orthop. 81, (1952), 515
525. STRAUB L.R.: Diskussionsbeitrag.
J. Bone Jt. Surg. 52-B, (1970), 393

526. STREICHER H.J.: Schenkelhalsfrakturen bei Kindern und Jugendlichen.
Arch.klin.Chir. 287, (1957), 716
527. STRINGA G.: Behandlung der Vorderarmschaft-pseudarthrosen mit autoplastischem Knochenspan.
Hefte Unfallheilk. 89, (1966).
528. STUCKE K.: Bruns Beitr. klin. Chir. 185, (1952), 364
529. SUDECK
Über die chirurgische Behandlung der Pseudarthrosen.
Dtsch.Med.Wschr. (1917), 169-70
530. SUESSENBACH F., Epiphysenfugenverletzungen am distalen
WEBER B.G.: Unterschenkel. Erfahrungen mit 41 operierten Fällen und 12 konservativ behandelten Fällen.
Z. ges. Chir. 205, (1970), 384
531. SULAMAA M., Congenital pseudarthrosis of the
VILKKI P.: tibia.
Acta orthop. Scand. 33, (1963), 312-9
532. SULLIVAN
zit. IMHÄUSER
533. SWAFFORD
Congenital pseudarthrosis of the tibia.
Amer.Surg. 29, (1963), 891-9
534. TANGEN O.: Pseudoarthrosis cruris congenita.
Nord.Med. 82, (1969), 1539-41
535. THANNHÄUSER S.J.: Neurofibromatosis (von Recklinghausen),
and osteitis fibrosa cystica localisata et disseminata.
Medicine 23, 105 zit. COBB.

536. TEUTSCH W.: Nachuntersuchungsergebnisse kindlicher Femurschaftpseudarthrosen.
Zbl. Chir. 24, (1969), 1761-70.
537. THIBIÈRE G.: Note sur un cas de maladie de Recklinghausen (neurofibromatose généralisée) sans fibromes cutanés ou fibromes nerveux.
Bull. Soc. med. Hôp. Paris 15, (1898), 3
538. THOMAS : zit. BIER (38).
539. THORNTON L.: Diskussionsbeitrag zu PURVIS and HOLDER .
540. TILESUS VON TILÉNAU W.G.: Historia Pathologica singularis cutis Turpitudinis. Jo Godofredi Rheinhardi viri. L. annorum. Leipzig 1793.
zit. COBB.
541. TILLIER R.: Courbures et pseudarthroses congénitales de la jambe.
Rev. Orthop. 35, (1928), 97
ref. Z. org. Chir. 42, (1928), 479
542. TITZE A.: in W. EHALT: Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen, Stuttgart, Enke 1962
543. TRUETA J.: zit. EICHENHOLTZ
544. TURNER G.J.: Über sog. angeborene Unterschenkelbrüche und ihre Behandlung.
Ref. Zbl. Chir. (1911), I, 593
545. VALENTIN B.: Behandlung der Pseudarthrose des Unterschenkels.
Verh. dtsch. orth. Ges. 27. Kongr. (1932) p. 479-88.

- 546.VAN NEES C.P.: Congenital pseudarthrosis of the leg.
J.Bone Jt.Surg. 48-A,(1966),1467-83
- 547.VANDERKERKEN G.:Pseudarthrose bei Neugeborenen und
Kindern als ein Zeichen der
Recklinghausenschen Neurofibromatose.
Fortschr.Röntgenstr. 110, (1969),839-43
- 548.VERBEEK O., Pseudarthrosis of the long bones.
DUBBELMAN C.P.:1961 North-Holland Publishing
Company,Amsterdam
- 549.VIARD: Fractures des deux os de la jambe au
tiers moyen,chez un enfant de 6 ans;
non consolidation de la fracture,
fausse articulation.
Bull. de la Soc. de Chir. de Paris.
T.4,8 zit. JÜNGLING.
- 550.VIDAL: Apropos of the internal fixation of frac-
tures and pseudarthroses of the lower
extremity of the femur.
Lyon. Chir. 56, (1963),539-45
- 551.VIERNSTEIN K.: Besonderheiten der Osteosynthese im
Kindesalter.
Verh.dtsch.orthop.Ges.52.Kongreß.1965
- 552.VILCOQ: Fractures intrautérines.
Thèse.Paris.1888. zit. JÜNGLING.
- 553.WALL J.J.: Congenital pseudarthrosis of the
clavicle.
J.Bone Jt.Surg. 52-A,(1970),1003-9

- 554.VOISIN R.N.: Malformations congenitales
symmetriques des membres.Absence
partielle du tibia.
Bull.Soc.Anat.Paris. 77, (1902), 233
- 555.VOLKOV M.V., Errors and complications in the
et al.: treatment of fractures of the long
tubular bones in children.
Ortop. Travmatol.Protez. 31, (1970), 5-11
- 556.VOORHOEVE A., Ist die primäre Knochenbruchheilung ein
STERNEMANN H.O.: in der Praxis immer zu verwirklichendes
Behandlungsprinzip?
Münchn. med. Wschr. 115, (1973), 1217-1221
- 557.WAINWRIGHT D.: Diskussionsbeitrag.
J.Bone Jt. Surg. 53-B, (1970), 350
- 558.WAITZ H.: Die chir. Klinik der Universität zu Kiel
1875.
Arch.klin. Chir. 21, (1877), 790
zit. JÜNGLING.
- 559.WALCHER K.: Hat die Behandlung der Callusverzögerung
und Pseudarthrose am Unterschenkel mit
der Spananlagerung nach Phemister heute
noch ihre Berechtigung?
Arch. orthop. Unfall-Chir. 66, (1969), 226-
242.
- 560.WALCHER K.: Indikation und Technik der operativen
Behandlung kindlicher Spontanfrakturen.
Hefte Unfallheilk. 102, (1970).

561. WALCHER K.: Indikation und Technik der Osteosynthese bei der Clavicula-Pseudarthrose.
im Druck
562. WALCHER K.,
KEYL W.: Die Verletzungen des Ellenbogengelenkes beim Kind.
Verh. dtsh. orthop.Ges. 56.Kongreß 1969
- 562a. WALCHER K.,
KONRAD E.: Die gestörte Knochenbruchheilung am wachsenden Skelett.
141.Tagung Verein.Niederrhein.-Westfäl. Chirurgen,1974. Zbl.Chir.(1975)
- 562b. WALCHER K.,
KONRAD E.: Fehlgeheilte Frakturen im Kindesalter.
52.Tagung Bayer. Chirurgen 1975
563. WALL J.J.: Congenital pseudarthrosis of the clavicle.
J. Bone Jt. Surg 52-A,(1970),1003-9
564. WANKE R.,
MAATZ R.,
JUNGE H.,
LENTZ W.: Knochenbrüche und Verrenkungen.
München,Urban und Schwarzenberg 1962
565. WANKE : Diskussion zu GEISSENDÖRFER
566. WARRING T.L.: Congenital Anomalies.
in " Campbell Operative Orthopedics II."
567. WATSON-JONES R.:Fractures and joint injuries.I.
1946 Livingstone Edinburgh
zit. MADSEN
568. WEISS J.W.: Ein ungewöhnliches Osteosyntheseverfahren bei Unterschenkel-pseudarthrosen.
Verh. dtsh.orthop. Ges. 52.Kongreß,1965
569. WELLER S.: Die Bedeutung der stabilen Osteosynthese bei der Behandlung von Pseudarthrosen.
Langenbecks Arch. klin. Chir.
325-(1969),815-25

570. WELLWOOD J.M., Congenital defects of the tibia in
BULMER J.M. siblings with neurofibromatose.
GRAFF D.J.C.: J. Bone Jt. Surg. 53-B, 314-9 (1971).
571. WENZL V.: Kippspanplastik zur Behandlung der
Pseudarthrosen.
Chirurg (1937) P. 292
572. WHITE C.H.: Cases in surgery.
London 1770.
573. WILSON P.D.: A simple method of two-stage
transplantation of the fibula for use
in cases of complicated and congenital
pseudarthrosis of the tibia.
J. Bone Jt. Surg. 23, (1941), 639-75
574. WITT A.N.: Die Behandlung der Pseudarthrosen.
Berlin, de Gruyter 1952
575. WITT A.N.: Zur Behandlung der Schenkelhalbspseudarthrose.
Dtsch. med. J. 2, (1958), 149-53
576. WITT A.N., Callusverzögerung und Pseudarthrose.
MITTELMEIER: Handbuch fpr Orthopädie.
Band IV, Teil 2, p. 1158
Stuttgart, Thieme 1961
577. WITT A.N.: Wandlungen in der Behandlung der
verzögerten Kallusbildung und der
Pseudarthrosen der langen Röhren-
knochen.
Verh. dtsch. orthop. Ges. 50, (1963), 313

578. WITT A.N.: Die Defektpseudarthrose.
Hefte Unfallheilk. 94, (1968).
579. WITT A.N.,
JÄGER : Besondere Indikation und Grenzen für die
Verwendung des Instrumentariums der AO
bei orthopädisch-chirurgischen Eingriffen.
580. WITT A.N.,
KNOLLE M.: Die Behandlung des Crus varum congenitum
durch AO-Osteosynthese.
Z. Orthop. 105, (1968), 591-4
581. WITT A.N.,
WALCHER K.,
SCHULITZ : Pseudarthrosenbehandlung bei Kindern und
Jugendlichen.
Arch. orth. Unfall-Chir. 63, (1968), 308-36
582. WITT A.N.,
WALCHER K.: Besondere Indikation zur Osteosynthese
unter Verwendung des Instrumentariums der
AO bei Frakturen und Pseudarthrosen.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 65, (1969), 269-89
583. WITT A.N.: Die operative Behandlung der angeborenen
Verkrümmungen der Tibia einschließ-
lich der angeborenen Tibiapseudarthrose.
Eigenverlag der Vereinig. der Orthopäden
Österreichs. Wien 1972
584. WITT A.N.,
REFIOR H.J. Weitere Erfahrungen in der Behandlung
des crus curvatum congenitum und der
congenitalen Unterschenkelpseudarthrose.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 68, (1970), 230-42
585. WITT A.N.,
HANSLIK L.,
JENDRYSCHIK A.: Kritische Untersuchungen über den Wert
homoio- und heteroplastischer Knochen-
transplantationen.

- Arch. Orthop.Unfall-Chir. 55, (1963), 627
586. WOISKE: Operationen bei Pseudarthrosen.
Diss. Marburg 1901. zit. JÜNGLING.
587. WOUTERS H.: Diskussionsbemerkung.
J. Bone Jt. Surg. 53-B, (1971), 350
zit. JÜNGLING.
588. WUTZER
589. ZAREMBA J.: On the use and osteogenetic role of
material bone homografts in the
treatment of congenital pseudarthrosis
on the tibia in children.
Chir. Narzad. Ruchu. Orthop. Pol. 27, (1962),
, 43-7
590. ZENKER H., Die gelenknahen Pseudarthrosen der oberen
BÄR H.W.: Extremität und ihre Behandlung.
Verh. dtsh. orthop. Ges. 57. Kongreß, 1970
p. 329-36
591. ZENKER H.: Behandlungsergebnisse gelenknaher
Pseudarthrosen an der oberen Extremität.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 71, (1971), 14-35
592. ZETTEL H.: Der Ermüdungsbruch des Schienbeins nach
Spanentnahme und seine Verhütung.
Mschr. Unfallheilk. 62, (1959), 418-25
593. ZIPPEL H.: Über intrauterin und intra partum
erworbene Unterschenkelfrakturen.
Diss. Leipzig 1896.

- 594.ZONDEK: Zbl. Chir. 55, (1914), 1234
- 595.ZVEREV A.: Bone homoplasty in children in condition
of suppurative infections.
Vestn.Khir.Grekov. 88, (1962), 60-6

L E B E N S L A U F :

Ich, Ernst Andreas K o n r a d , wurde am 19.3.1949 als ältester Sohn des Abteilungsdirektors der Regierung v. Schwaben, Dipl. Ing. Hanns Konrad und seiner Gattin Kleopha, geb. Dirr, in Günzburg geboren. Nach 5 Klassen Volksschule in Würzburg und Günzburg besuchte ich das Neusprachliche Gymnasium in Mindelheim, wo ich 1969 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1969/70 begann ich an der Ludwig-Maximilians- Universität in München mit dem Studium der Humanmedizin. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Frühjahr 1972 in München. Im Wintersemester 1973/74 begann ich zusätzlich mit dem Studium der Zahnmedizin. Nach dem Wintersemester 1974/75 legte ich in München mein medizinisches Staatsexamen ab. Ableistung der Medizinalassistentenzeit an der Chirurgischen Klinik und der II. Medizinischen Klinik der Universität München.

